COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE
24 JUL 1962

ANNALES
DES ÉPIPHYTIES
ET
DE PHYTOGÉNÉTIQUE

NOUVELLE SÉRIE. — TOME V. 1939.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

DIRECTION DE L'AGRICULTURE

ANNALES
DES ÉPIPHYTIES
ET
DE PHYTOGÉNÉTIQUE

ORGANE DES STATIONS ET LABORATOIRES DE RECHERCHES

DIRECTION SCIENTIFIQUE :

P. MARCHAL, membre de l'Institut, directeur honoraire de la Station centrale de Zoologie agricole,
E. SCHRIBAUX, membre de l'Institut, directeur honoraire de la Station centrale de Phytogénetique:
E. FOËX, directeur de la Station centrale de Pathologie végétale.

RÉDACTION :

Secrétaire général : P. REY, inspecteur général des Stations et Laboratoires de Recherches agronomiques.

Secrétaire : M^lle^ M. GAUDINEAU, ingénieur agronome, chef de Travaux au Centre national de Recherches agronomiques.

PARIS
IMPRIMERIE NATIONALE

1939

LA LUTTE CONTRE LES GELÉES

ET LES SEUILS DE RÉSISTANCE

DES PRINCIPALES CULTURES FRUITIÈRES,[1]

par H. Geslin,

Directeur de laboratoire

à la Station centrale de Physique et de Climatologie agricoles.

Parmi les problèmes qui se posent dans l'organisation de la lutte contre les gelées de printemps, l'un des plus importants et peut-être l'un des moins étudiés est le suivant : A partir de quelles températures convient-il de se protéger? Quelles sont les « températures critiques », c'est-à-dire les « seuils de résistance » des différents organes des plantes à protéger : boutons floraux, fleurs épanouies, fruits venant de nouer, etc.?

En effet, au fur et à mesure que les moyens de lutte mis à notre disposition deviennent plus puissants, leur emploi s'avère de plus en plus onéreux. Concurremment aux perfectionnements successifs qui pourront et devront être apportés au matériel de défense pour en améliorer le rendement, l'abaissement du prix de revient de la « lutte » doit être recherché dans une utilisation de plus en plus rationnelle dudit matériel. Celle-ci ne peut être basée que sur la connaissance des « besoins », c'est-à-dire justement des seuils de résistance des principales cultures fruitières. Ainsi en 1938, dans la région parisienne, nos observations personnelles ont montré que suivant que l'on aurait « tablé » sur une température critique de —2° ou —3° C., il aurait fallu chauffer 43 ou 33 heures, soit une différence de 10 heures, correspondant à une dépense de combustible de l'ordre de 1.000 à 1.500 francs par hectare! Ce chiffre suffit à souligner l'intérêt de la question.

Dans le présent rapport, nous rappellerons tout d'abord dans son ensemble comment les basses températures agissent sur les tissus végétaux. Puis nous montrerons les difficultés que présente, dans les conditions naturelles, la détermination des seuils de résistance. Enfin, nous indiquerons les premiers résultats qui se dégagent des travaux poursuivis notamment en Amérique et en France. Nous négligerons systématiquement malgré son importance comme sortant du cadre de cet exposé l'étude de l'action propre des

[1] Rapport présenté aux « *Journées de la défense contre les gelées de printemps* » à Livron (Drôme), 14–20 novembre 1938.

abaissements de température, en l'absence de gelée, dont le mécanisme est d'ailleurs mal connu.

Action des gelées sur les tissus végétaux.

De nombreuses théories ou hypothèses ont été mises en avant pour expliquer la mort des tissus par le froid. Bien que l'on sache que certaines plantes tropicales soient tuées à une température nettement supérieure à 0°, en ce qui concerne nos cultures, un fait semble bien établi : Pour qu'il y ait mort des tissus, il faut qu'il y ait *formation de glace* qui, par une action purement mécanique, provoque leur déshydratation et leur mort par un véritable phénomène de dessiccation.

Les sucs cellulaires et la sève sont des solutions ou des suspensions dans l'eau de substances diverses, minérales ou organiques. Leur point de congélation, c'est-à-dire la température à partir de laquelle commence à se former de la glace, est inférieure à 0° C. et d'autant plus bas que la concentration de ces solutions est plus élevée. D'une manière générale, l'apparition des premiers cristaux de glace peut être observée dès que la température atteint —1°5 à —2° C. Comme ces cristaux sont formés d'eau pure, il s'ensuit un appauvrissement en eau, d'où une concentration des sucs cellulaires et un nouvel abaissement de température devient nécessaire pour que de nouveaux cristaux puissent prendre naissance. Le nombre et l'importance de ceux-ci seront fonction en conséquence de la température atteinte par la solution. On admet que les premiers cristaux de glace tendent à se former dans les méats intercellulaires. Ils peuvent apparaître directement dans la cellule. Ils s'enrichissent au détriment de l'eau du suc vacuolaire et peuvent provoquer ultérieurement la sortie de l'eau de constitution de la masse protoplasmique elle-même. Celle-ci se détache des parois cellulaires et se contracte. Cette plasmolyse de la cellule, par retrait mécanique de l'eau, sera elle-même plus ou moins prononcée suivant la température; elle sera en outre fonction du pouvoir de rétention que les colloïdes en suspension dans ces liquides opposent en particulier à la sortie de l'eau.

Dans les conditions naturelles, plusieurs cas sont à considérer suivant l'importance de l'abaissement de température extérieur. Si le refroidissement est peu accentué (cas des gelées blanches) le nombre et l'importance des cristaux de glace formés restent faibles; l'augmentation de volume résultant du passage de l'eau de l'état liquide à l'état solide reste elle-même faible et il ne peut s'ensuivre en général de déchirures ou de lésions des parois cellulaires elles-mêmes; de même la plasmolyse des cellules est peu prononcée. Quelle que soit l'allure du dégel, lent ou rapide, cellules et protoplasme pourront reprendre facilement leur eau de constitution primitive et aucun dégât ne sera observé. Avec l'augmentation du refroidissement (vers —3°, —4°), la déshydratation des cellules s'accentue et à ce moment l'influence des conditions du dégel peut jouer. Si celui-ci est rapide, l'eau qui s'est rassemblée dans les méats intercellulaires ou est sortie du contenu protoplasmique pourra s'écouler à l'extérieur ou s'évaporer, entraînant la mort des cellules par perte d'eau (mort par dessiccation). Ainsi s'explique l'influence parfois très nette de l'orientation des arbres sur les dégâts causés par la gelée. Enfin, si le refroidissement extérieur continue (au delà de —4°, —5°), la plasmolyse des cellules peut devenir fatale quelles que soient ultérieurement les conditions du dégel, le contenu protoplasmique n'étant plus apte, au delà d'une certaine limite de déshydratation, à récupérer son eau de constitution (non réversibilité du phénomène). En outre, avant même que cette limite ne soit atteinte, l'augmentation plus ou moins considérable de masses de glace se pressant contre les parois cellulaires peut amener l'éclatement des cellules, pro-

voquant au dégel des pertes d'eau irréparables. Dans ces cas extrêmes, qui correspondent aux gelées noires, la mort des tissus est le plus souvent définitive quelle que soit l'allure du dégel lent ou rapide.

Néanmoins, dans certains cas, des organes comme les bourgeons par exemple, peuvent être soumis à des températures dépassant — 10° C., sans qu'après réchauffement on puisse observer de dégâts. Pourtant la température atteinte est à ce moment beaucoup plus basse que celle correspondant au point de congélation des sucs cellulaires. En fait, dans ce cas, il n'y a pas formation de glace : on est en présence du phénomène physique bien connu du sous-refroidissement qu'un léger choc ou l'introduction de fines particules de glace dans le liquide peut faire cesser avec formation abondante et immédiate de cristaux. Ce processus permet d'expliquer, en partie tout au moins, la résistance exceptionnelle de certains bourgeons aux basses températures.

En résumé, le mécanisme de l'action des gelées apparaît comme un mécanisme essentiellement physique, la congélation provoquant l'appauvrissement en eau des cellules et leur mort par dessiccation; la nature des sels en dissolution, la structure même de la masse protoplasmique et sa nature colloïdale semblent par ailleurs intervenir dans la résistance à la congélation des sucs cellulaires.

Détermination des seuils de résistance.

A la suite d'une gelée suffisamment forte, l'examen d'un arbre fruitier montre des degrés de sensibilité au froid très variables suivant que l'on considère les bourgeons, les fleurs ou les fruits. Nous examinerons successivement les influences ou actions suivantes : Nature et constitution des organes végétaux, conditions de nutrition, conditions météorologiques.

Nature et constitution des organes végétaux.

Au printemps, les bourgeons en voie de gonflement sont très efficacement protégés par leurs écailles, plus ou moins desséchées et épaissies et qui se recouvrent en partie. Le feutrage dû à la présence de poils sur la face interne de ces écailles, l'existence d'un enduit cireux les rendent capables de résister à des températures relativement basses, inférieures à — 6°, — 8° C. dans le cas des pommiers et poiriers. Dans ces milieux bien clos les sucs cellulaires peuvent rester très souvent à l'état sous-refroidi, ce qui les préserve de la congélation. Dès que le bourgeon éclate et que la coloration des boutons floraux apparaît la sensibilité au froid augmente très rapidement. A ce stade, les enveloppes florales qui constituent le périanthe ne semblent plus offrir qu'une protection assez faible aux organes sexuels qui apparaissent comme les plus sensibles, l'androcée (étamines) moins que le gynécée (stigmates et styles). Il n'est pas rare en effet de voir styles et ovaires tués dans la fleur encore complètement fermée alors que la corolle paraît intacte. C'est que ces organes, les styles en particulier, sont constitués de tissus très jeunes, de cellules aux parois très peu épaisses et par suite très fragiles; leur forme filiforme et leur finesse les rendent en outre particulièrement vulnérables.

Après la gelée, on observe le plus souvent un noircissement du style (première manifestation de la mort des tissus), noircissement pouvant débuter par le stigmate et qui gagne ensuite l'ovaire. Si le noircissement atteint la profondeur des cloisons ovariennes, la fleur ou le jeune fruit sont perdus, en l'absence même de toute autre lésion visible. Très souvent en effet, seule une coupe faite longitudinalement dans le fruit ou la fleur permet

de se rendre compte si ces organes sont touchés mortellement. Parfois aussi l'attaque du froid peut se produire à la base même des styles, à l'endroit où ceux-ci pénètrent dans la profondeur de la fleur, le réceptacle de celle-ci constituant une sorte de cuvette où, par temps humide notamment, les gouttelettes d'eau de condensation peuvent s'accumuler.

Conditions de nutrition.

Dans les conditions naturelles, à moins d'un refroidissement intense tel que les températures mortelles soient largement dépassées, on observe sur un même individu des degrés de résistance très variables pour un même organe étudié. Certaines inflorescences par exemple restent pratiquement indemnes; d'autres très voisines sont tuées bien que semblablement disposées sur les branches. De faibles variations dans les conditions de nutrition, correspondant soit à des états de développement voisins, soit à des différences de vitalité, suffisent à provoquer certaines des fluctuations observées. Des considérations du même ordre permettent d'expliquer les irrégularités de résistance constatées sur des sujets différents d'une même variété. De même, les individus jeunes apparaissent plus sensibles que ceux plus âgés. D'une manière générale, l'étude de l'action des conditions météorologiques est liée à celle des conditions de nutrition et à l'importance des matières de réserve mises à la disposition des plantes au départ de la végétation.

Conditions météorologiques.

Rayonnement nocturne.

Une autre cause de fluctuation des dégâts observés provient des variations dans les conditions de rayonnement. La nuit tous les corps, le sol et les plantes en particulier, se refroidissent en perdant de la chaleur par rayonnement vers l'espace. L'air qui les environne ne se refroidit qu'à leur contact et c'est ce qui explique l'inversion de température observée la nuit dans les couches basses de l'atmosphère. Le rayonnement et l'abaissement de température qui en découle sont d'autant plus intenses qu'aucun obstacle ne s'interpose entre les corps qui rayonnent et la voûte céleste. C'est pourquoi, de manière générale, les gelées ne sont pratiquement à craindre que lorsque le ciel est clair, l'air calme et dépourvu de vapeur d'eau. Si on considère un arbre fruitier, les branches, la présence de feuilles, constituent autant d'écrans partiels qui, suivant leur position relative, contribueront à freiner le refroidissement des organes qu'ils peuvent protéger. Les pertes par rayonnement sont elles-mêmes fonction de la nature des organes eux-mêmes et en particulier de la surface que ceux-ci offrent au rayonnement. Ainsi peuvent se créer des différences locales de température pouvant atteindre ou même dépasser dans les cas extrêmes, le degré. De même les branches du sommet de l'arbre sont en général à une température plus élevée que celles de la base. Comme au moment des gelées de printemps nous restons le plus souvent dans la «zone» des températures critiques, ces faibles différences de température suffisent à provoquer des inégalités dans l'importance des dégâts constatés. De faibles variations dans les conditions de transpiration peuvent en outre jouer dans le même sens.

Humidité de l'air.

D'une manière générale, les gelées tendent à être plus dangereuses par temps humide que par temps sec. Les tissus végétaux sont plus turgescents, plus gorgés d'eau; les sucs cellulaires étant moins concentrés, l'abaissement de température nécessaire à leur

congélation est plus faible. Une expérience de laboratoire a montré par exemple que le pollen de nombreuses variétés fruitières peut résister, à l'état sec, à des températures très basses, inférieures à — 10°; à l'état humide au contraire il est tué très rapidement. Une importance spéciale doit être accordée à la formation d'une pellicule de glace à la surface des végétaux. Théoriquement, cette couche glacée devrait constituer une protection en freinant le refroidissement. Pratiquement, il ne semble pas que la réalité soit telle. Tout d'abord, l'eau de condensation se prenant en masse en des points particulièrement vulnérables comme à la base des styles au fond du réceptacle de la fleur, peut amener la rupture de ces organes; d'autre part, les cristaux de glace formés extérieurement peuvent provoquer la déshydratation interne des cellules; enfin, dans le cas d'organes particulièrement fragiles comme les pièces florales les fines aiguilles de glace formées à leur surface peuvent constituer autant de dards qui transpercent les parois peu résistantes des cellules et entraînent leur mort ultérieure.

Gelées successives.

Il semble bien que les gels et dégels successifs contribuent à affaiblir la plante et que de telles alternances de température soient parfois plus dangereuses qu'une seule gelée même beaucoup plus forte en valeur absolue. En fait, nous pensons que de nouvelles observations basées sur des mesures précises des températures sont à faire pour confirmer ce point.

Conclusions.

Les considérations précédentes suffisent à souligner la difficulté d'assigner un seuil de résistance précis aux différents organes végétaux étudiés, d'autant plus qu'à une température donnée, les dégâts observés seront en outre fonction du temps pendant lequel cette température agira. D'autres difficultés surgissent quand il s'agit de déterminer les températures réellement supportées par les végétaux. Seules des méthodes précises comme celles des couples thermoélectriques, qui sont encore du domaine du laboratoire, peuvent permettre et encore pas toujours d'arriver au résultat cherché. Dans les conditions naturelles, pratiquement, seuls les thermomètres ordinaires restent d'un emploi facile. Encore convient-il de préciser et nous attirons spécialement l'attention sur ce point, dans quelles conditions ces instruments sont installés. Un exemple simple en soulignera l'importance. Si l'on place horizontalement, à la même hauteur au-dessus du sol, deux thermomètres identiques, l'un non protégé pouvant rayonner librement vers l'espace, l'autre abrité et protégé du rayonnement par un système d'écrans approprié, le premier peut, par les nuits claires, indiquer une température de deux degrés inférieure (au maximum) à celle du second. De même, un thermomètre placé verticalement indiquera normalement la nuit une température supérieure à celle d'un instrument identique placé horizontalement. Aussi a-t-on tendance, les Américains en particulier, à rapporter tous les résultats concernant les seuils de résistance, aux températures prises sous abri normal, qui seules donnent exactement la température de l'air ambiant. En France, on rapporte plus volontiers les résultats aux températures lues sur des thermomètres exposés à l'air libre, horizontalement, au niveau des organes étudiés; leurs indications, pensons-nous, fournissent une meilleure approximation sur les températures réellement supportées par les végétaux que celles des thermomètres sous abri, tout au moins la nuit[1].

[1] Avant d'installer un thermomètre, vérifier toujours son «zéro» dans la glace fondante, certains thermomètres bon marché vendus dans le commerce pouvant présenter des «corrections» dépassant largement le degré.

Résultats obtenus.

Dans les tableaux suivants nous donnerons tout d'abord les principaux résultats obtenus en Californie, résumant les observations effectuées de 1915 à 1929. Les températures indiquées sont celles *observées sous abri* pouvant être supportées pendant une demi-heure ou moins sans inconvénient.

Influence de l'espèce fruitière.

	Boutons clos mais montrant la couleur.	Pleine floraison.	Jeunes fruits.		Boutons clos mais montrant la couleur.	Pleine floraison.	Jeunes fruits.
	—	—	—		—	—	—
Pommes	− 3.9	− 2.2	− 1.7	Abricots	− 3.9	− 2.2	− 0.6
Pêches	− 3.9	− 2.8	− 1.1	Pruneaux	− 5.0	− 2.8	− 1.1
Cerises	− 2.2	− 2.2	− 1.1	Amandes	− 3.3	− 2.8	− 1.1
Poires	− 3.9	− 2.2	− 1.1	Raisins	− 1.1	− 0.6	− 0.6
Prunes	− 3.9	− 2.2	− 1.1	Noix	− 1.0	− 1.0	− 1.0

Influence de la variété.

Pommiers.

	Delicious.	Winesap.	Jonathan.	Rome Beauty.	Yellow Newtown
	—	—	—	—	—
Boutons clos, sans couleur	− 3.9	− 3.9	− 5.0	− 5.0	− 5.0
Boutons clos, se colorant au centre	− 3.9	− 3.9	− 3.9	− 5.0	− 5.0
Tous les boutons colorés	− 3.3	− 3.3	− 3.9	− 4.4	− 4.4
Boutons centraux en pleine floraison	− 2.8	− 3.3	− 3.3	− 3.9	− 3.9
Tous les boutons en pleine floraison	− 2.2	− 2.2	− 2.2	− 2.8	− 2.8
Pétales tombant	− 2.2	− 2.2	− 2.2	− 2.2	− 2.2
Petits fruits verts	− 1.7	− 1.7	− 1.7	− 1.7	− 1.7

Poiriers. [1]

	Beurré Bosc.	Anjou.	Howell.	Comice.	Bartlet.	Nelis d'hiver.
	—	—	—	—	—	—
Boutons non colorés	− 3.9	− 3.9	− 3.9	− 4.4	− 4.4	− 4.4
Boutons roses	− 2.8	− 2.8	− 2.8	− 3.3	− 2.8	− 3.3
Boutons blancs	− 1.7	− 1.7	− 1.7	− 2.2	− 2.2	− 2.8
Pleine floraison	− 1.7	− 1.7	− 1.7	− 2.2	− 2.2	− 2.2
Petits fruits verts	− 1.7	− 1.7	− 1.7	− 1.7	− 1.7	− 1.7

[1] Extrait de *Frost and the prevention of frost damage*, par F. D. Young, publié dans *Farmers Bulletin*, n° 1588. U. S. Depart. of Agriculture, 1929. — On remarquera que les températures critiques indiquées pour les jeunes fruits (− 1.7) sont inférieures à celles du premier tableau (− 1.1); ces dernières doivent correspondre à un nombre de variétés plus grand ou à des variétés différentes.

Pour compléter l'ensemble de ces résultats qui montrent à l'évidence l'influence très nette du degré de développement de la fleur sur la sensibilité au froid et celle bien moindre de la variété, nous voudrions rapporter les observations personnelles que nous avons pu faire cette année au Centre national de Recherches agronomiques de Versailles dans un verger ne comportant qu'un petit nombre de variétés cultivées soit en arbres demi-tiges, soit en fuseaux, cordons ou contre-espaliers.

Le tableau ci-après résume l'ensemble des observations météorologiques effectuées. Il permettra en particulier de raccorder les indications données dans les tableaux précédents qui se rapportent aux observations sous abri, à celles effectuées à l'air libre.

Nous n'avons mentionné que les gelées ayant pu causer des dégâts aux cultures fruitières, en indiquant dans les dernières colonnes, la durée approximative, en heures, pendant laquelle la température est restée soit sous abri, soit à l'air libre, au-dessous de 0°, — 2° ou — 3° C.

Gelées d'avril 1938 à Versailles.

DATE.	MAXIMA de la VEILLE 2 mètres sous abri.	MINIMA SOUS ABRI 2m.	MINIMA AIR LIBRE. 0m 40.	MINIMA AIR LIBRE. 0m 05.	DURÉE PENDANT LAQUELLE LA TEMPÉRATURE EST RESTÉE AU-DESSOUS DE : — 0° S. abri.	— 0° 0m 40.	— 2° S. abri.	— 2° 0m 40.	— 3° S. abri.	— 3° 0m 40.
4	+ 11° 3	— 2° 8	— 5° 8	— 8° 5	4h	10h	2h	8h	0h	7h
5	11° 2	— 1° 4	— 4° 7	— 7° 5	2h	7h 1/2	0h	5h	0h	4h
9	13° 8	— 0° 4	— 4° 2	— 6° 5	1h	5h	0h	3h	0h	2h
10	8° 1	— 0° 9	— 4° 1	— 7° 5	3h	7h	0h	4h	0h	3h
11	10° 3	— 2° 4	— 6° 8	— 9° 1	5h	8h	1h 3/4	6h	0h	5h 1/4
12	12° 0	— 1° 0	— 4° 4	— 6° 2	2h	5h 1/2	0h	3h 1/2	0h	2h 1/4
18	11° 3	— 1° 0	— 3° 2	— 6° 3	3h 1/2	7h 1/2	0h	4h 1/2	0h	2h
19	8° 7	— 3° 6	— 6° 7	— 9° 5	5h 1/2	9h 1/2	2h 1/2	7h	1h	6h 1/2
27	12° 8	+ 1° 2	— 3° 7	— 6° 0	0h	3h	0h	2h	0h	1h 1/2
TOTAUX					26h	63h	6h 1/4	43h	1h	33h 1/2

La grande pureté de l'atmosphère (absence de vapeur d'eau), consécutive à la période de sécheresse, explique en partie l'importance exceptionnelle des gelées cette année. Non seulement l'amplitude diurne de la variation de la température (différence maximum-minimum) a été supérieure de 2° environ à la moyenne, en ne considérant que les nuits claires ou peu nuageuses, mais les écarts entre minima à l'air libre et ceux sous abri ont été eux-mêmes plus élevés qu'en année ordinaire. Alors qu'en moyenne les minima à 0 m 40 ou 0 m. 05 à l'air libre au-dessus d'un sol gazonné sont inférieurs de 2° et 4° respectivement aux minima relevés sous abri, cette année, on a observé des écarts de 3°5 et 6°5, supérieurs même à ceux notés en avril 1933, autre année critique pour les arbres fruitiers, où on avait enregistré des écarts de 3° et 6° seulement.

Etat de la végétation et dégâts observés.

D'une manière générale, les premières fleurs d'Amandier ont été notées dès le 8 mars, en avance d'une huitaine de jours sur une année normale ; il en est de même des Pêchers et Abricotiers, dont la floraison a commencé entre le 15 et le 20 de ce mois. Par contre, les belles journées de la deuxième quinzaine de mars ont provoqué une avance considérable, de l'ordre de quinze jours à trois semaines, parfois un mois, des Pruniers, Poiriers, Cerisiers et Pommiers.

Ci-dessous, nous indiquons, d'une part l'état de développement des arbres fruitiers, d'autre part l'importance des dégâts observés à la suite de chacune des périodes de gelées caractéristiques :

Gelées des 4 et 5 avril.

Chez les Amandiers, Pêchers et Abricotiers, au stade fin floraison-début nouaison (fruits de 1/2 à 1 centimètre environ), les dégâts sont de l'ordre de 75 à 80 p. 100 environ, *Belle Impériale*, parmi les Pêchers, paraissant un peu moins touchée que *Précoce de Halle* ou *Amsden*. Chez les Pruniers, la *Reine-Claude dorée*, en pleine floraison, semble peu atteinte (5 à 10 p. 100), le *Prunier d'Ente* un peu plus (10 à 20 p. 100) ; le *Mira-*

bellier, plus avancé, (stade fin floraison) est touché dans la proportion de 50 à 60 p. 100; les boutons floraux non encore épanouis paraissent indemnes. Les Poiriers, en pleine floraison, sont les plus gravement atteints, dans la proportion de 90 à 95 p. 100; même les fleurs encore en boutons ne sont pas épargnées (50 p. 100). Cependant, *Duchesse d'Angoulême*, *Passe Crassane* et *Doyenné d'hiver* apparaissent comme plus résistantes que les *Beurrés* à floraison précoce (40 à 60 p. 100 de fleurs gelées). *Doyenné du Comice*, dont la floraison commence à peine, paraît très peu atteinte (10 p. 100); *Beurré d'Hardenpont*, variété à floraison la plus tardive parmi celles étudiées, semble pratiquement indemne (boutons près de s'ouvrir). Chez les Cerisiers, c'est le *Guignier*, pourtant au stade le plus avancé (floraison générale), qui semble le plus résistant, étant presque indemne; de même, le *Cerisier de Montmorency*, dont la floraison débute. Viennent ensuite le *Bigarreau Napoléon* (fleurs épanouies : dégâts 10 p. 100; fleurs encore en boutons : néant), puis la *Cerise Anglaise* hâtive (fleurs ouvertes : 50 p. 100; boutons clos de 5 à 8 millimètres de diamètre : 25 p. 100). Enfin, la *Griotte du Nord* paraît particulièrement sensible : sa floraison n'était pas encore commencée et on pouvait néanmoins noter de 70 à 80 p. 100 de dégâts sur des boutons floraux ayant un demi-centimètre de diamètre en moyenne. Quant aux Pommiers, aux boutons floraux encore complètement fermés (1/2 centimètre de diamètre au maximum), les dégâts sont insignifiants (5 p. 100 environ); chez la *Reinette grise* de plein vent toutefois, dont les boutons atteignaient 1 centimètre environ et étaient prêts à s'ouvrir, on peut noter 30 p. 100 de perte. Quant au *Cognassier*, dont les boutons étaient encore complètement clos et verts (1/2 à 1 centimètre), on peut évaluer les dégâts à 100 p. 100, bien qu'aucune lésion ne soit visible extérieurement.

Gelées des 8 au 12 avril.

Des gelées de — 7° 5, notamment au matin du 11 avril, accentuent les dégâts pour l'ensemble des arbres fruitiers. Parmi les Pruniers, la résistance relative de la *Reine-Claude dorée* se confirme. Chez les Poiriers, les variétés comme *Passe Crassane*, *Doyenné d'hiver* et *Doyenné du Comice*, un peu épargnées précédemment, sont à nouveau fortement touchées : seules quelques inflorescences fleuries plus tardivement ont résisté. *Beurré d'Hardenpont*, dont la floraison est maintenant générale, confirme sa résistance relative. De même parmi les Cerisiers, le *Guignier* a encore la plus grande majorité de ses fleurs intactes; pour le *Cerisier de Montmorency* et *Bigarreau Napoléon*, les fleurs épanouies sont tuées dans la proportion de 20 à 30 p. 100; la *Cerise Anglaise* se montre beaucoup plus sensible (fleurs ouvertes 80 p. 100, boutons, 50 p. 100). Quant aux Pommiers dont la floraison commence, ils sont touchés dans la proportion de 98 p. 100 pour les fleurs ouvertes, 50 p. 100 pour les boutons prêts à s'épanouir, 25 p. 100 pour ceux complètement clos (variété *Calville blanc* en particulier). Seule, parmi les variétés étudiées, « *Belle fille rose* », aux boutons floraux encore à peine apparents, est indemne.

Gelées des 18 et 19 avril.

Les observations effectuées fin avril, début de mai, permettent de juger définitivement de l'importance des dégâts. Sur Amandiers, Pêchers et Abricotiers, aucun fruit n'est visible. Les Pruniers en donneront quelques-uns en très petit nombre, le *Prunier d'Ente* paraissant avoir mieux résisté aux dernières gelées que la *Reine-Claude dorée*. Les Poiriers, d'une manière générale, ont été achevés par la gelée du 19 avril. Cependant, un certain nombre de fruits subsistent et atteignent 1 centimètre, 1 centim. 5, en particulier chez la variété *Passe Crassane;* mais une coupe longitudinale dans ces fruits montre que le

cœur est noir : on assiste à un développement parthénocarpique déjà signalé par le Professeur Ducomet; au 20 mai, la plupart de ces fruits sont pratiquement tombés. Seule, confirmant les observations précédentes, *Beurré d'Hardenpont* [1] montre un certain nombre de fruits paraissant sains (20 p. 100 au plus) atteignant actuellement 1 à 2 centimètres. Parmi les Cerisiers, si de nombreuses cerises sont visibles, en plus grande quantité chez le *Guignier* [2], on ne peut plus parler de récolte future. Enfin, les Pommiers, en pleine floraison au moment de ces dernières gelées, subissent le sort des Poiriers. Seule la variété tardive *Belle fille rose*, dont la pleine floraison a été notée au début de mai, a été épargnée, ses boutons n'étant pas encore ouverts au 19 avril.

Conclusions.

En résumé, de l'ensemble des observations que nous venons de rapporter et des résultats fragmentaires que l'on peut trouver dans la littérature, on voit que la sensibilité au froid augmente régulièrement du bouton floral complètement clos au jeune fruit qui vient de nouer. L'influence du stade de développement apparaît, en l'état actuel de nos connaissances, comme beaucoup plus importante que l'influence variétale. Une variété à floraison tardive aura, en effet, toujours plus de chance d'échapper aux gelées qu'une à floraison précoce. A côté de la mise au point de méthodes directes de lutte, rechercher les procédés ou traitements susceptibles de retarder le départ de la végétation présente un intérêt certain. Il n'est pas dit néanmoins que parmi les variétés existantes, il ne s'en trouve pas de plus résistantes que d'autres, cette résistance tenant soit à une constitution particulière des tissus ou à la nature même des sucs cellulaires, soit à la position relative des organes sexuels dans la fleur, etc. Actuellement, si on excepte la vigne et le noyer, parmi les cultures fruitières étudiées, le seuil de résistance paraît en moyenne être inférieur à — 6° pour les boutons floraux complètement clos (diamètre 3 à 4 millim.), les températures étant prises au niveau des organes étudiés (thermomètre exposé à l'air libre, horizontalement). Un peu avant la floraison, la température critique est déjà voisine de — 4°, — 4°5 ; elle s'abaisse à — 2° 5, — 3°5 pour les fleurs épanouies et au voisinage de — 2°5 pour les fruits venant de nouer. Bien entendu, comme nous l'avons vu, le degré de sensibilité est variable suivant les espèces et plus élevé par temps humide que par temps sec. Chez une même variété, on peut noter de même des différences suivant les individus, vraisemblablement dues à des différences dans les conditions de nutrition.

Conclusions générales.

Dans les pages précédentes, nous avons essayé de montrer, en le schématisant, par quel mécanisme la mort des tissus végétaux survenait. Puis nous avons souligné les difficultés que l'on rencontre pratiquement dans la détermination des seuils de résistance. Nous avons en outre insisté sur la nécessité de préciser, dans la publication des

[1] Des observations ultérieures ont montré qu'une variété, située dans un verger voisin, avait particulièrement résisté et présentait à la récolte des fruits en assez grande quantité. C'est la variété *Conférence;* il est possible que cette résistance relative ne soit due qu'au fait que cette variété est une variété à grande productivité (floraison très abondante).

[2] Notons à ce sujet que, contrairement à l'opinion courante, c'est le *Guignier*, variété à fruits doux qui s'est montré plus résistant que les variétés à fruits acidulés comme le *Cerisier de Montmorency* ou la *Griotte du Nord*.

résultats obtenus, les conditions d'installation des thermomètres de référence. Enfin, nous avons indiqué quelques résultats d'ensemble qui peuvent servir de base dans l'organisation de la lutte contre les gelées. Est-ce à dire que les moyens de lutte doivent être mis en action automatiquement en tenant compte de ces résultats : Sans doute, mais tout dépendra en définitive de l'état de développement des arbres fruitiers au moment des gelées et des conditions météorologiques locales. Tout le monde sait en particulier qu'au moment de sa floraison, tout arbre fruitier porte généralement un nombre considérable de fleurs dont seul un petit nombre ira normalement à fruit. Certaines gelées peuvent ne correspondre qu'à un simple éclaircissage sans inconvénient pour la récolte future.

Notre conclusion finale sera que les observations précédentes doivent être poursuivies et généralisées. La collaboration de tous les horticulteurs intéressés par l'étude de ces questions doit permettre de préciser les conditions du problème à résoudre et d'établir en particulier «l'échelle de résistance» de nos variétés fruitières, basée notamment sur la connaissance de leur période de floraison. Le concours des techniciens ne leur manquera pas.

BIBLIOGRAPHIE.

Brazier (C.-E.) et Eblé (L.). — Introduction à l'étude des températures de l'air et du sol au voisinage de la surface terrestre. (*La Météorologie*, 1934.)

Chandler (W.-H.). — How freezing kills plants or plant parts. (*The fruit products journal*, 1932.)

Dr. Faës (H.). — La défense contre les gelées de printemps. (*Revue de Viticulture*, t. 1, p. 231, 1938).

Faure (J.-E.). — Les gelées de printemps dans les vergers rhodaniens. (*Progrès agricole et viticole*, t. I. p. 413, 1938.)

Geslin (H.). — La lutte contre les gelées et la grêle. Moyens pratiques connus a ce jour pour préserver les cultures. (Rapport présenté aux Journées nationales de la production et du commerce de la pêche (fruit) en France, Toulouse 25-27 juillet 1935.)

Geslin (H.). — Observations sur les gelées de printemps et les moyens de protection. (*C. R. Acad. Agr.*, p. 1137, 1935.)

Geslin (H.).— La protection des cultures fruitières contre les gelées de printemps. (*Agriculture*, p. 3, 43, 1937.)

Geslin (H.). — Les gelées d'avril 1938 et les arbres fruitiers. (*C. R. Acad. Agr.*, p. 692, 1938.)

Maurain (Ch.). — Sur la température dite «à l'air libre». (*C. R. Acad. Agr.*, p. 700, 1938.)

Nomblot (M.). — Influence de l'époque de floraison des arbres fruitiers dans la résistance des espèces et des variétés aux gelées de printemps. (*C. R. Acad. Agr.*, p. 835, 1938.)

Siloret (G.) et Barret (J.). — Les gelées blanches. (Imprimerie G. Couderc, à Nérac, 1938.)

Young (F.-D.) — Frost and the prevention of frost damage (*Farmers' Bulletin*, n° 1588, *U S. Depart. of Agriculture*, 1929.)

Young (F.-D.), Schoonover (W.-R.) et Hodgson (R.-W.). — Frost protection in California orchards. (*California Agricultural extension Service*, circular 40, 1930.)

LES ATTAQUES

DE *PHYTOPHTHORA INFESTANS* (Mont.) de Bary

PENDANT LA PÉRIODE 1919-1937,

par V. Ducomet et Et. Foex.

La maladie en question ne sévit que certaines années ou du moins ses invasions n'acquièrent une certaine intensité que durant certaines campagnes. Parmi celles au cours desquelles le *Phytophthora infestans* a fourni de sérieuses attaques, citons 1920, 1922 (invasion tardive, mais grave), 1924, 1925, 1927, 1930, 1931, 1936. Au cours d'autres campagnes qui, dans l'ensemble, ont été peu favorables à la maladie, se sont cependant produites des attaques localisées ou de faible durée, aboutissant à des dégâts non négligeables (1929, 1933, 1937). Enfin, durant certaines années, le *Phytophthora infestans* n'a pas sévi ou n'a exercé aucun dommage sensible (1919, 1921, 1923).

Ce sont les conditions atmosphériques qui règnent durant la période de végétation de la Pomme de terre qui agissent dans un sens ou dans l'autre sur le développement du parasite et sur les attaques qu'il détermine. D'une manière générale, on peut dire que suivant que l'été est pluvieux et humide, ou qu'il est sec, le *Phytophthora infestans* sévit ou non. Du reste, au cours de certaines campagnes, où la pluie est abondante pendant certaines périodes et fait défaut durant d'autres, le *Phytophthora infestans* passe par des phases d'activité et de sommeil (1926, 1928, 1929, 1936).

Des invasions successives se manifestent parfois pendant des séries de jours sans pluie sur des cultures déjà en partie mildiousées. Ce sont alors les rosées nocturnes qui assurent au *Phytophthora infestans* l'eau nécessaire au développement. Le fait a été constaté en 1932 par M. Perret dans le Forez. Des températures relativement basses peuvent entraver le développement du *Phytophthora infestans* au cours de périodes très pluvieuses (1927, 1932). Ainsi les invasions successives qu'on constate durant certaines campagnes (ex. : 1924, 1925, 1926) sont dues aux alternatives de période pluvieuse et de sécheresse, ou de temps chaud et de journées froides.

Lorsqu'il intervient, le mildiou n'apparaît évidemment pas toujours à la même époque. Cependant, la date où les premières taches se manifestent dans un milieu déterminé varie moins qu'on pourrait le supposer. C'est ainsi que le *Phytophthora infestans* sévit souvent aux époques suivantes : fin mai ou début de juin sur la Côte septentrionale de Bretagne, milieu de juin dans le Centre de la presqu'île armoricaine,

juin (parfois début, plus souvent vers le 20), dans la région parisienne. Dans celle-ci, l'invasion suit parfois de peu l'apparition des premières taches (1924, 1925, 1927, 1933) alors que, dans d'autres cas, elle ne survient que trois ou quatre semaines après (1931, 1932). Pour quelles raisons, après s'être faiblement manifestée, la maladie tarde-t-elle à se généraliser et à s'intensifier? Les explications suivantes peuvent être envisagées:

a. Seules, de rares et faibles contaminations se sont produites, qui ont abouti à un petit nombre de taches foliaires. Celles-ci ont émis des conidies d'ailleurs peu abondantes. Les infections foliaires encore localisées qu'elles ont déterminées ont été le point de départ de l'invasion. C'est ainsi qu'en 1932, on a constaté lors de la généralisation de la maladie, que, seules, les feuilles du sommet portaient des taches de mildiou.

On se trouvait visiblement en présence de contaminations par des conidies véhiculées par l'air sur de faibles parcours;

b. Les conditions de température et d'humidité requises pour le développement de la maladie ne se sont trouvées réalisées qu'en quelques endroits, ceux-là même où se sont constituées les premières taches. Ces points privilégiés bénéficient par exemple, d'une humidité ou d'une température supérieures à celles qui existent ailleurs au même moment.

Entre l'époque où la maladie apparaît en Bretagne et celle où elle se manifeste dans l'Ile-de-France, existe un certain décalage, que l'un de nous a déjà signalé. Des observations réalisées en Bretagne permettraient de renseigner en temps voulu les cultivateurs des environs de Paris, sur la menace d'une invasion.

M. Perret a signalé à diverses reprises (1926, 1927) que les invasions qu'il constatait dans les montagnes du Forez succédaient à des attaques qui s'étaient produites dans la plaine voisine. S'agit-il de contaminations dues au transport des conidies par l'air? C'est peu vraisemblable, étant donné ce qu'on sait sur la faible durée de la vitalité des conidies dès qu'elles se trouvent en atmosphère non saturée. Le décalage en relation avec l'altitude ne serait-il pas dû à ce que, pour des raisons à déterminer, les plantes encore jeunes paraissent être moins accessibles au mildiou que celles parvenues au stade de la floraison?

Entre l'intensité des attaques sur les feuilles et l'importance des dégâts subis par le tubercule, il n'existe aucun rapport constant.

Parfois, à de rares taches foliaires, correspondent de nombreuses lésions sur tubercule. C'est surtout vrai dans le cas des attaques tardives (1931 dans le Forez, d'après M. Perret, 1929 à Versailles).

Le cas où, à de très nombreuses taches foliaires, ne correspond pas une importante infection du tubercule, ne se présente que rarement. Il s'est cependant manifesté en 1936 en Bretagne; il est vrai que les fanes qui avaient été très fortement maltraitées par la maladie, ont été grillées par la sécheresse d'août quatre ou six semaines avant la récolte.

Les taches foliaires sont anormalement petites au cours de certaines saisons et dans certaines localités. Le fait a été noté en 1931 par M. Perret dans les montagnes du Forez au cours d'un été relativement sec. C'est dans des conditions météorologiques du même ordre que M. Méneret a vu en 1937 des lésions nécrotiques peu étendues apparaître dans les cultures d'Alsace. Des lésions de ce type ont été observées par M. Limasset dans les cultures expérimentales affectées en 1938 à la Station Centrale de Pathologie végétale de Versailles.

Les attaques assez précoces portent parfois sur les tiges. Celles-ci peuvent même être envahies à l'exclusion des feuilles.

Dans un milieu déterminé les premières taches et les premiers foyers s'observent toujours sur les plantations les plus hâtives et sur les variétés sensibles les plus précoces. On serait tenté d'en déduire que les plantes ne deviennent réceptibles au mildiou qu'au fur et à mesure de leur développement; tout se passe comme si les plantes jeunes étaient peu accessibles à la maladie. Il est, en effet, rare de rencontrer des taches sur des cultures n'ayant pas encore atteint le stade de la floraison. En milieu mildiousé, les plantations tardives restent longtemps intactes. Nous ne croyons cependant pas devoir conclure que la sensibilité qu'une plante offre aux attaques du *P. infestans* subit des modifications au cours de son évolution végétative.

L'apparition des premières taches nécessite certaines conditions spéciales de chaleur et d'humidité. Les plantes doivent être gorgées d'eau, ce qui ne peut être obtenu que par un ralentissement de l'évaporation végétale, résultant lui-même de la présence constante et pendant une assez longue durée d'une forte humidité atmosphérique.

Dès que les premiers foyers sont apparus dans une région, l'évolution ultérieure du mildiou ne nécessite plus des conditions aussi rigoureuses. Pour peu que les pluies soient assez fréquentes, le mildiou conserve sa marche envahissante. Un arrêt dans cette progression [ne] peut survenir que s'il se produit un temps sec pendant une dizaine de jours au moins.

RECHERCHES

SUR LE *PHYTOPHTHORA INFESTANS* (Mont.) de Bary

par Pierre Limasset,

Chef de travaux à la Station centrale de Pathologie végétale.

Introduction.

Sans prétendre faire ici la mise au point et l'historique des travaux relatifs au Mildiou de la Pomme de terre, il nous semble utile de rappeler les principales étapes de l'étude de cette maladie et d'indiquer ensuite avec précision l'état actuel de nos connaissances sur la biologie du parasite.

Le *Phytophthora infestans* est originaire de la région des Andes, pays d'origine de la Pomme de terre. Il n'est apparu en Europe qu'aux environs de 1830 en Allemagne. On se préoccupa peu du Mildiou jusqu'au jour où il prit une allure épidémique très alarmante. En 1845, l'année même où le Mildiou de la Pomme de terre pénétrait en France, une invasion terrible, restée historique, se produisit en Irlande où elle causa de vraies famines.

A partir de cette époque le Mildiou devint, en raison de son importance économique, l'objet de très nombreuses études tant systématiques que biologiques. A la suite des travaux de von Martius (1842) de Montagne (1845), paraissaient à partir de 1861 les très beaux mémoires de De Bary. L'œuvre de De Bary bien que fort ancienne constitue encore la base la plus solide de nos connaissances relatives au Mildiou de la Pomme de terre. En s'appuyant sur l'aspect très spécial de ses conidiophores, De Bary créa pour le parasite, jusque-là considéré comme un *Peronospora*, le nouveau genre *Phytophthora*. Il sut montrer que le champignon était indiscutablement la cause de la maladie, et que le mycélium se développe dans les espaces intercellulaires. Il vit même des suçoirs sur des coupes de tubercules et les représenta sur certains dessins, sans leur attacher malheureusement l'importance qu'ils méritent. Il montra que les conidies provenant des attaques sur feuilles peuvent être entraînées dans le sol par les eaux de pluie et contaminer ainsi les tubercules [1]. Frappé dès le début par le fait que les conidies, organes fragiles, étaient certainement incapables de résister aux froids de l'hiver, De Bary fut le premier à soutenir que le mycélium hivernait dans les tubercules et son opinion repose sur des observations précises qu'il n'est pas inutile de rappeler. « Quand, au printemps, écrit De Bary, une Pomme de terre malade pousse des tiges, le mycélium monte dans celles-ci et se trahit bientôt par des taches noirâtres qui, isolées d'abord, s'étendent bientôt à la surface entière de la pousse. La longueur des pousses occupées par le parasite que j'ai obtenues en cultivant des Pommes de terre malades ne dépassait pas huit à douze centimètres. Cependant je crois que dans des conditions favorables elles peuvent s'allonger

[1] De Bary admettait aussi que le mycélium se développant dans la tige pouvait descendre jusqu'aux tubercules, qui pourraient alors être inoculés par voie directe. Cette opinion est aujourd'hui combattue.

davantage. Quoiqu'il en soit le parasite peut fructifier abondamment sur ces petites tigelles et par conséquent se propager dans la nouvelle saison par des conidies provenant du mycelium vivace ». [1]

En 1865 W.-G. Smith observe des œufs dans les tissus parasités. Il est combattu par De Bary qui attribue ces œufs à un *Pythium*. C'est Smorawski, en 1890, qui retrouvera des œufs et des anthéridies sur des tubercules malades.

En 1911, l'existence des œufs est établie de façon indiscutable par Clinton qui les observe dans des cultures pures sur gélose à la farine d'avoine. Par la suite Pethybridge et Murphy en 1913, De Bruyn en 1923 et d'autres encore ont aussi obtenu des œufs sur différents milieux artificiels.

¶ Nous arrivons alors à la période actuelle où quatre types de questions relatives à la biologie du *Phytophthora infestans* sont abordés par les chercheurs.

Influence des conditions de milieu sur le développement du parasite. — Les résultats qui paraissent se dégager des travaux les plus récents sont les suivants :

Germination des conidies [2]. — Elle se produirait à partir de 4 degrés et jusqu'à 30 degrés environ. Trois modes de germination sont possibles : germination par zoospores, par filament (tube germinatif des auteurs anglo-saxons) ou par conidies secondaires. Le premier type de germination peut se produire à partir de 6 degrés et jusqu'à 21 degrés avec un optimum de 10 à 15 degrés. Le second s'observe entre 4 et 30 degrés avec un optimum de 25 degrés et le troisième entre 24 et 30 degrés l'optimum étant mal précisé (24-28 degrés). L'absence d'eau pendant trente minutes tue les conidies détachées de leurs conidiophores.

Germination des Zoospores. — Elle ne se produit que si la température est comprise entre 3 degrés et 28 degrés. Entre 6 et 24 degrés, 70 p. 100 des zoospores sont capables de germer (Crosier, 1924).

Contamination de l'hôte. — D'après Crosier et Reddick (1935), il est nécessaire qu'une humidité supérieure à 95 p. 100 subsiste pendant onze à douze heures autour de la plante, le feuillage de cette dernière étant couvert de gouttelettes d'eau, pour que les conidies, puis les zoospores puissent germer et inoculer la maladie. La température optima est comprise entre 10 et 15 degrés. Il s'agit ici des contaminations dites « secondaires » qui se produisent dans le cours de la végétation après la première apparition de la maladie. Le problème de la contamination primaire sera traité plus loin.

Le mycélium résultant de la germination des zoospores s'établirait dans les tissus de l'hôte en deux heures et demie lorsque la température est comprise entre 10 et 15 degrés et sa dissémination dans les tissus atteindrait un maximum de rapidité vers 20 à 23 degrés, la durée d'incubation n'étant à cette température que de soixante-six à quatre-vingt-deux heures, alors qu'elle atteint cent vingt heures à 10 degrés et soixante-dix-huit heures à 30 degrés (Crosier, 1934).

Formation des conidiophores. — D'après Crosier, il ne peut apparaître de conidiophores susceptibles de donner naissance à des conidies viables que si une humidité relative supérieure à 95 degrés se maintient pendant huit heures au moins autour de la plante.

Hibernation du champignon. — La question de l'hibernation du champignon n'est pas encore résolue. Beaucoup d'auteurs soutiennent encore l'ancienne conception de De Bary et admettent que le champignon se conserve dans le tubercule qui, planté au printemps, émet les premières pousses malades (contamination primaire). Certains comme Crosier vont jusqu'à admettre que le mycélium d'un tubercule de semence malade inocule directement les jeunes tubercules au moment de leur formation, même si le feuillage reste indemne, ce qui expliquerait les invasions très graves qui se produisent parfois à la suite d'une année où le Mildiou était passé à peu près inaperçu.

Une autre opinion, fort intéressante également, est soutenue par Mlle De Bruyn (1922-1926) qui affirme que le champignon est capable de se conserver pendant l'hiver dans le sol même où il se développerait en saprophyte. Cet auteur a obtenu des cultures de *Phytophthora infestans* [3] sur terre *stérile* et certaines de ces cultures ont résisté à des froids atteignant — 26 degrés, température rarement atteinte

[1] De Bary. — Recherches sur le développement de quelques champignons parasites. — *Ann. des Sc. nat. 4e série*, t. 20. Cahier 1.

[2] Ces organes sont en réalité des zoosporanges.

[3] Dans les champs, comment se comporterait le *Phytophthora infestans* mis en concurrence avec d'autres micro-organismes ?

pendant l'hiver dans nos régions. Cette résistance est due à l'existence de « formes de résistance » à membrane épaissie. Le mycélium normal serait tué aux basses températures. Il n'est pas encore possible de dire comment se feraient les contaminations primaires à partir du mycélium ayant hiverné dans le sol.

La théorie de M^lle^ De Bruyn et celle de de Bary ne sont nullement incompatibles. L'agent de la maladie peut très bien se conserver à la fois dans les tubercules et dans le sol.

Virulence du parasite et résistance de l'hôte. — Nul n'ignore que le *Phytophthora infestans* n'attaque pas uniquement la pomme de terre et peut infecter d'autres Solanées telles que la tomate. Muller, au cours de ces dernières années, a établi l'existence de plusieurs biotypes de *Phytophthora infestans*, qui se classent d'après leur degré de virulence vis-à-vis de certaines variétés de pomme de terre et de tomate. En outre certains *Solanum* très voisins de la pomme de terre, tels que *S. demissum* ne seraient attaqués par aucun des biotypes actuellement connus. On cherche aujourd'hui à croiser ces *Solanum* avec la pomme de terre dans le but d'obtenir des variétés à la fois résistantes et propres à la consommation.

Dans un autre ordre d'idée, des travaux ont été poursuivis pour déterminer si la sensibilité n'était pas fonction de l'âge de la plante. Dès 1845, Mickle signale qu'un certain état de maturité est nécessaire pour que la plante puisse être atteinte. Cette idée fut reprise par Ducomet qui admet que les pommes de terre ne deviennent réceptives, dans les conditions naturelles, qu'à partir de l'époque de la floraison ou de l'état physiologique qui lui correspond chez les variétés qui ne fleurissent pas. C'est pour cette raison, d'après Ducomet, que les attaques apparaissent plus tôt sur les variétés précoces que sur les variétés tardives. Cette conception paraît en désaccord avec les résultats fournis par les inoculations artificielles qui révèlent en général que la sensibilité de la plante est à peu près la même à tout âge [1]. D'après Beaumont, la croyance en une augmentation de sensibilité de la plante avec l'âge est une illusion. Il y a seulement, au fur et à mesure que la plante vieillit, augmentation des chances d'extériorisation des foyers primaires, les périodes favorables au développement du mycelium et à son passage du tubercule dans l'appareil végétatif ayant probablement un effet cumulatif. De plus la plante, en vieillissant, acquiert un feuillage touffu qui crée des conditions microclimatiques favorables aux inoculations secondaires.

On tend à penser aujourd'hui qu'il n'y a pas de relation obligatoire entre la résistance du feuillage et celle du tubercule.

Invasions de Mildiou et Climatologie. — La formation des conidiophores, la germination des conidies puis des zoospores dépendent de la température et de l'humidité. L'observation des facteurs climatologiques doit donc permettre de prévoir les invasions et d'envisager la création de stations d'avertissements comparables à celles qui fonctionnent depuis longtemps pour le Mildiou de la vigne. Van Everdingen en Hollande, puis Beaumont en Angleterre ont formulé des règles [2], appuyées sur de nombreuses observations, qui précisent les conditions climatologiques favorables aux invasions. Dans le bassin parisien Ducomet a remarqué que les invasions se propagent de l'Ouest à l'Est et viennent de Bretagne [3]. Ce fait permettrait peut-être de faciliter les avertissements dans la Région parisienne, grâce à la création de Postes d'alerte en Bretagne qui préviendraient les Postes parisiens des premières attaques et les mettraient en éveil.

Le présent travail constitue la première partie d'une étude générale sur la biologie du *Phytophthora infestans* que nous poursuivrons au cours des années qui vont suivre. Nous voudrions déterminer d'une part le rôle de la semence dans la propagation de la maladie et d'autre part la possibilité pour le champignon de vivre en saprophyte dans la terre au cours des années qui séparent deux cultures de pomme de terre sur une même sole. Le premier point a été seul étudié cette année.

Nous voudrions aussi vérifier les données écologiques et climatiques relatives au développement de la maladie et contribuer ainsi à la mise au point d'une méthode d'avertissement efficace et simple. Ici encore nous n'avons pu envisager que certains points du problème.

[1] Dans certains cas, la sensibilité varie, mais à l'inverse de ce qu'on pourrait croire. Sur la variété très résistante *Ekishirazu*, les organes très jeunes sont sensibles et peuvent être inoculés artificiellement (Grozier et Reddick).

[2] Nous les reproduisons à la fin de notre travail.

[3] Il ne s'agit pas d'un déplacement de germes, mais d'une marche vers l'Est du complexe météorologique favorisant les invasions.

Rôle de la semence dans le développement du mildiou de la pomme de terre.

Nous avons utilisé dans nos essais des tubercules de semence inoculés artificiellement et, par comparaison, des tubercules naturellement infectés provenant de la récolte précédente et conservés sur clayette dans les mêmes conditions que les tubercules sains. Nous indiquerons les techniques dont nous nous sommes servis pour réaliser nos inoculations. Nous décrirons ensuite les expériences effectuées dans les champs, partie essentielle et but de notre travail.

Essais d'inoculation de tubercules.

Des essais ont été effectués sur des tubercules de pommes de terre appartenant à des variétés très sensibles au mildiou (Bintje et Early-Rose) par les trois méthodes suivantes:

A. Avec un ensemenceur en forme de crochet, on prélève une petite quantité de mycélium sur une culture de *Phytophthora infestans*. On secoue ce mycélium dans un tube à essais contenant de l'eau de pluie. Les conidies se détachent et restent en suspension dans l'eau. Une goutte de cette suspension est examinée au microscope. Si elle renferme peu de conidies on recommence la même opération jusqu'au moment où une goutte prélevée contient de très nombreuses conidies. Lorsque ce résultat est obtenu, on aspire à l'aide d'une pipette de Pasteur une petite quantité de suspension de conidies [1] que l'on répand à la surface d'un tubercule soigneusement lavé. Le tubercule ainsi traité est laissé pendant cinq jours sous cloche, en atmosphère saturée d'humidité;

B. On cultive le *Phytophthora infestans* dans de grands ballons contenant un mélange de sable et de farine de maïs [2]. Au bout d'un mois ces cultures sont bien développées et donnent en général de nombreuses conidies. On remplit alors le ballon avec de l'eau de pluie. A l'aide d'une spatule, on malaxe le milieu de culture puis on agite fortement le ballon. On obtient ainsi une suspension de conidies extrêmement riche que l'on peut sans inconvénients diluer dans dix à quinze fois son volume d'eau. La suspension ainsi diluée est alors versée dans de grands cristallisoirs où l'on plonge les tubercules à inoculer après les avoir soigneusement lavés. L'immersion des tubercules dure cinq à six heures; on les laisse ensuite pendant cinq jours en atmosphère saturée d'humidité;

C. On cultive le *Phytophthora infestans* sur des tranches de pomme de terre crues [3]. Les tubercules à inoculer sont disposés sous cloche en atmosphère saturée d'humidité et l'on

[1] Il est bon de fabriquer des pipettes dont l'effilure soit relativement épaisse. Avant d'aspirer la suspension, il faut agiter celle-ci.

[2] Sable 200 centimètres cubes, eau 100 centimètres cubes, farine de maïs 50 centimètres cubes. Stérilisation : 30 minutes à 120 degrés.

[3] Les tubercules sont nettoyés au savon avec une brosse puis rincés. On les plonge quelques instants dans l'alcool à 90 degrés, puis dans une solution aqueuse de sublimé à 1 p. 1000 où ils restent trente minutes. On les sèche avec un papier stérile, on les débite ensuite stérilement en tranches de 1 centimètre d'épaisseur que l'on répartit deux par deux dans des boîtes de Petri stériles. Ces tranches sont ensemencées à l'aide d'une trace de mycélium prélevée à la surface d'une culture sur gélose aux flocons d'avoine.

dépose sur chacun d'eux un fragment de tranche de pomme de terre couvert de mycélium. Au bout de cinq à six jours on met les tubercules en milieu sec et on enlève le fragment de culture qui avait été déposé à la surface de chacun d'eux.

Résultats.

Toutes ces inoculations et, par la suite, la conservation des tubercules ont été faites dans un local dont la température oscillait entre 12 et 15 degrés. Quelques tubercules avaient été portés à l'étuve à 23 degrés après séjour en milieu humide. Rien ne les distinguait, à l'œil nu comme à l'examen microscopique, de ceux qui avaient été laissés à plus basse température.

Les trois méthodes se sont révélées efficaces. Au bout d'un mois ou deux, il est en effet possible, en faisant des coupes minces et en les colorant par le bleu coton, de voir du mycélium de *Phytophthora infestans*. Dans les tubercules témoins de même provenance laissés pendant cinq jours sous cloche en atmosphère saturée d'humidité, nous n'avons pas trouvé de mycélium.

Lorsque l'inoculation a été réalisée par l'une ou l'autre des deux premières techniques, le parasite semble pénétrer par les lenticelles ou les blessures du périderme et non par les yeux. Les premières taches étaient en effet presque toujours éloignées des yeux.

Après essai de chacune des trois techniques sur une quinzaine de tubercules et examen des résultats, nous n'avons finalement retenu que la technique d'inoculation par immersion dans une suspension de conidies, car elle permet d'inoculer un grand nombre de tubercules à la fois avec un maximum de sécurité et de rapidité. Par cette technique, nous avons pu inoculer cent tubercules d'Early-Rose en les plongeant dans une suspension de conidies obtenue à partir de deux cultures.

Pendant le séjour des tubercules en chambre humide, après l'inoculation, on voit naître très rapidement, à la base des germes, de nombreuses petites racines disposées en couronne. Lorsqu'on remet les tubercules en milieu sec, ces petites racines et souvent le germe lui-même se dessèchent. Le tubercule ne pourra germer que grâce au développement de bourgeons adventifs. Dans les champs, la levée des tubercules inoculés se produit huit jours au moins après celle des plantes issues de tubercules sains. Par ailleurs, beaucoup de tubercules inoculés ne peuvent pas lever et pourrissent très rapidement dans le sol [1].

Étude du rôle de la semence dans la constitution des premiers foyers d'infection.

Nous disposions de deux terrains. Sur le premier terrain [2] (terrain de contamination n° 1) nous avions planté le 26 avril, 291 tubercules sains d'Early-Rose et 37 tubercules inoculés artificiellement dont 31 Early-Rose et 6 Bintje. La répartition des tubercules inoculés est indiquée sur le plan I. Il convient cependant de noter que les tubercules inoculés (n°s 16, 17, 18, 19, 20, 21) appartenaient à la variété Bintje et avaient été plantés tout contre un tubercule sain de la variété Early-Rose.

Sur le deuxième terrain (20 mètres sur 20 mètres) nous avions planté le 3 mai des

[1] La proportion de tubercules infectés n'ayant pas levé a été cette année de 25 p. 100.

[2] Ce terrain avait une superficie de 72 mètres carrés environ.

tubercules sains de Saucisse et quatre lots de tubercules d'Early-Rose infectés par le *Phytophthora infestans*. La disposition est indiquée sur le plan II (terrain de contaminations n° 2). Les foyers I et II comportaient 18 tubercules; les foyers III et IV en comportaient 20. Les tubercules des foyers I, II et III avaient été inoculés artificiellement par immersion. Ceux du foyer IV étaient des tubercules naturellement infectés trouvés dans la nature.

Les tubercules infectés naturellement [1], de même que ceux inoculés artificiellement levèrent difficilement [2] et avec un retard de 7 à 8 jours sur les tubercules sains.

Jusqu'à la fin du mois de juillet, le mildiou ne fut visible sur aucune de nos plantes. Dans les derniers jours de ce mois, à la suite d'une période pluvieuse [3], nos résultats se classent comme suit pour nos deux terrains.

Terrain de contaminations n° I. — Le mildiou apparut le 29 juillet sur quelques pieds issus de tubercules infectés et, *d'emblée*, sur un certain nombre de pieds voisins. La maladie s'étendit jusqu'au 30 juillet. A partir du 1er août, elle régressa, et disparut sous l'effet d'une période de sécheresse. Aucune autre attaque ne se produisit par la suite.

Le plan I montre bien la disposition des plantes malades. Celles-ci sont toutes situées à proximité des peupliers qui ont favorisé, par leur ombrage, le maintien de l'humidité. On peut constater sur ce même plan que les pieds d'Early-Rose nés tout contre les tubercules inoculés 16, 17, 18, 19, 20, 21 (tubercules de Bintje [4], ont tous été attaqués le 29 juillet, même dans les cas où le tubercule voisin n'avait pas levé (tubercules 18, 20 et 21). Nous ne pouvons cependant pas affirmer qu'il y ait eu contamination de tubercule à tubercule, la plupart des plantes de cette zone ayant été atteintes.

Terrain de contaminations n° II. — Le 28 juillet, à la suite d'une période pluvieuse, la maladie apparut sur certaines plantes issues de tubercules infectés dans les foyers. Aucune invasion de mildiou ne s'étant produite dans la région, nous n'avons pas eu à souffrir de contaminations venues de l'extérieur et l'extension de la maladie autour des foyers fut très progressive. Elle fut d'ailleurs beaucoup plus rapide autour des foyers III et IV situés à l'Est du terrain, qu'au tour des foyers I et II situés à l'Ouest.

En cours de végétation nous avons constitué un cinquième foyer en inoculant sur le feuillage le 8 juin cinq pieds de Saucisse et le 4 juillet quatre autres pieds. Ces neufs plantes étaient situées au milieu du terrain et constituent le foyer V. Dans les deux cas l'inoculation était faite vers 18 heures. Après avoir copieusement arrosé la plante, on déposait sur son feuillage quelques centimètres cubes d'une suspension de conidies très riche. Les plantes restaient sous cloche jusqu'au lendemain matin. Elles étaient ensuite laissées à l'air libre. Jusqu'au 28 juillet, nous n'avons pas observé de lésions caractéristiques sur les plantes. Le 28 juillet elles étaient toutes atteintes et portaient de nombreuses taches. La maladie s'étendait très rapidement autour d'elles au cours des journées suivantes.

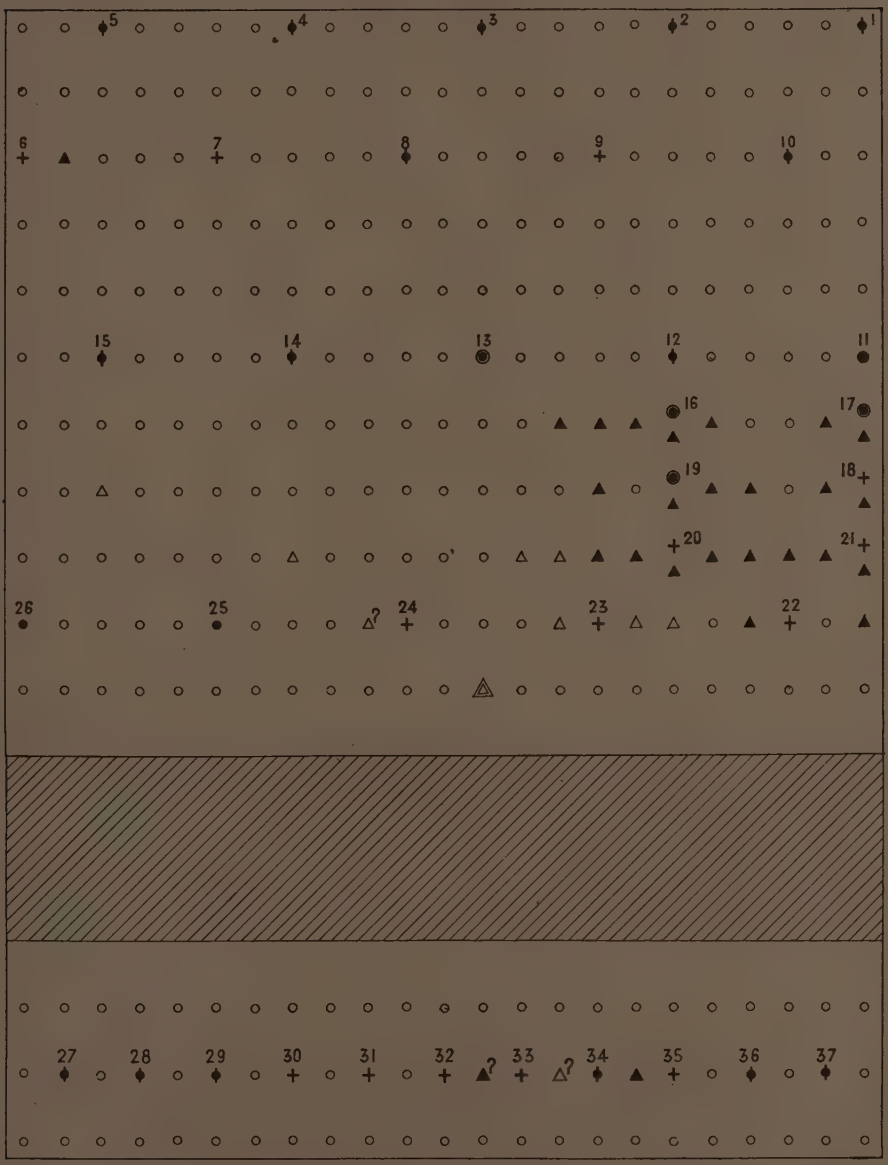
[1] Le retard de germination des tubercules infectés naturellement paraît être dû à une attaque des germes par le champignon.

[2] 75 p. 100 seulement de ces tubercules levèrent.

[3] Les détails climatologiques seront précisés plus loin.

[4] Nous avions choisi la variété Bintje dont le feuillage diffère beaucoup de celui de l'Early-Rose dans le but de ne pas confondre la plante issue du tubercule sain avec la plante issue du tubercule inoculé.

PLAN 1



♦ Pied issu de tubercule inoculé n'ayant pas présenté de symptômes de mildiou.
◉ Pied issu de tubercule inoculé atteint le 29 juillet.
\+ Tubercule inoculé n'ayant pas levé.
▲ Pied issu de tubercule sain atteint le 29 juillet.
△ Pied issu de tubercule sain atteint le 30 juillet.
⧋ Pied issu de tubercule sain atteint le 31 juillet.
▨ Plantation de jeunes Peupliers.

Terrain de contamination n° I (résultats le 31 juillet.)

Le tableau [1] ci-contre résume l'ensemble des observations jusqu'au 30 juillet.

	INOCULATION.	NOMBRE de TUBERCULES plantés.	NOMBRE de PIEDS levés.	PIEDS ATTAQUÉS le 28-7.	PIEDS ATTAQUÉS le 29-7.	PIEDS ATTAQUÉS le 30-7.	TOTAL des PIEDS atteints le 30-7.	PIEDS VOISINS des foyers attaqués le 29-7.	PIEDS VOISINS des foyers atteints le 30-7.
Foyer I.	Artificielle sur tubercule	18	12	0	3	3	6	0	4
Foyer II.	*Idem*	18	15	1	12	2	15	0	1
Foyer III.	*Idem*	20	16	7	9	0	16	0	39
Foyer IV.	Naturelle sur tubercule	20	17	6	11	0	17	0	70
Foyer V.	Artificielle sur le feuillage	9	9	9	0	0	9	12	56 (12+44)

A partir du 1er août, sous l'effet d'une période de sécheresse la maladie régressa jusqu'au 5 août. A cette date, de vieilles taches, épargnées par la sécheresse, redeviennent fertiles et le 10 août, des plantes épargnées par la première invasion sont atteintes à leur tour. A la fin du mois d'août, l'attaque était généralisée à toutes les plantes, mais les lésions n'étaient pas graves.

Remarques générales sur les invasions et discussion des résultats.

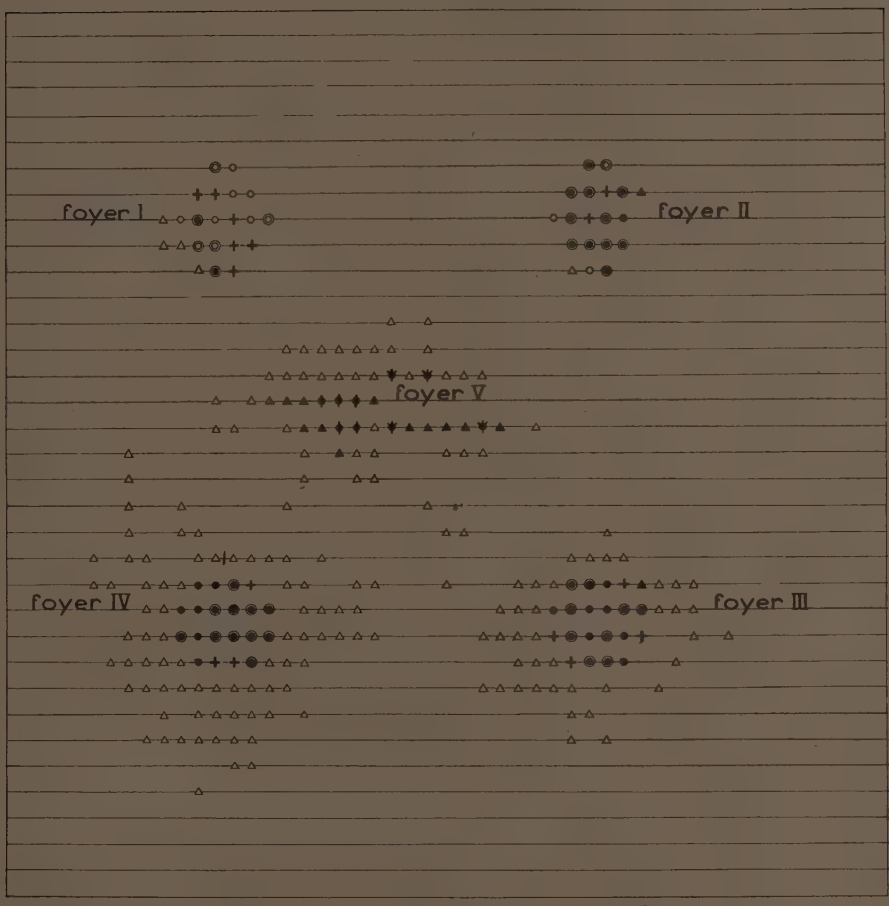
La marche de l'invasion fut très différente sur les deux terrains. On observe de l'un à l'autre des différences dans la façon dont le mildiou s'est transmis des pieds malades aux pieds sains ainsi que dans l'extension et la persistance de l'invasion. Chacun de ces points mérite un examen attentif.

Transmission de la maladie des pieds malades aux pieds sains.

Nous avons vu que sur le terrain n° I la maladie a éclos le même jour sur des pieds issus de tubercules inoculés et sur des pieds voisins issus de tubercules sains. En présence de ce fait, on pourrait être tenté de conclure à une transmission de la maladie de tubercule à tubercule par le sol. Cette hypothèse paraît peu vraisemblable si l'on songe que les choses se sont passées de façon analogue dans le terrain n° II autour du foyer V dont les tubercule étaient sains. Autour de ce foyer, en effet, douze plantes ont été atteintes vingt-quatre heures seulement après les neuf plantes inoculées. Il n'est pas possible ici d'admettre une contamination par le sol ou une incubation d'une durée inférieure à vingt-quatre heures. Or, à deux reprises, dans le courant de juin nous avons trouvé sur des feuilles issues de tubercules inoculés des taches noirâtres qui ne paraissaient pas être des taches de mildiou. Maintenues en milieu humide, certaines de ces taches nous ont donné des conidiophores au bout de quarante-huit heures. Ceci signifie que les premiers symptômes de la maladie peuvent très bien échapper à un examen attentif. Nous sommes donc enclins à penser qu'une légère attaque d'aspect atypique s'était déjà produite dans le champ n° I avant le 29 juillet, ce serait elle qui, à notre insu, aurait provoqué l'extension de la maladie depuis les plantes issues de tubercules inoculés jusqu'aux plantes saines voisines. Cette hypothèse a sur la première l'avantage d'être également valable pour le foyer V. Sur les plantes de ce foyer le champignon, resté à l'état latent pendant plus d'un mois sur l'appareil végétatif, a certainement donné des taches peu nombreuses et atypiques qui

[1] Dans ce tableau le mot attaque n'est pas pris au sens de Ravaz comme synonyme de contamination. Pied attaqué à telle date signifie pied ayant présenté ses premières lésions à telle date.

PLAN 2



Terrain de contamination n° II (résultats le 30 juillet).

- ● Pied issu de tubercule inoculé atteint le 28 juillet. (Variété Early Rose.)
- ◉ Pied issu de tubercule inoculé atteint le 29 juillet. (Variété Early Rose.)
- ◎ Pied issu de tubercule inoculé atteint le 30 juillet. (Variété Early Rose.)
- ○ Pied issu de tubercule inoculé, indemne le 30 juillet. (Variété Early Rose.)
- ✢ Tubercule inoculé n'ayant pas levé.
- ⧫ Pied inoculé le 8 juin sur le feuillage, atteint le 28 juillet, issu de tubercule sain. (Var. Saucisse.)
- ♆ Pied inoculé le 4 juil. sur le feuillage, atteint le 28 juil., issu de tubercule sain. (Var. Saucisse.)
- ▲ Pied issu de tubercule sain, atteint le 29 juillet. (Variété Saucisse.)
- △ Pied issu de tubercule sain, atteint le 30 juillet. (Variété Saucisse.)

ont échappé à notre examen [1]. Certaines de ces taches ont pu donner des conidies vers le 25 juillet et provoquer ainsi des contaminations occultes avant toute attaque nettement caractérisée. D'autres observateurs (Foex, Ducomet, Dufrenoy) ont remarqué comme nous-même des taches atypiques de mildiou.

Autour des foyers I, II, III et IV la maladie, apparue le 28 juillet sur les pieds inoculés, n'a atteint les pieds voisins que le 30 juillet. Les premières taches, observées le 28 juillet, étaient fertiles [2]. En admettant que l'inoculation ait eu lieu dans la nuit du 27 au 28 juillet, ce qui est très vraisemblable, nous trouvons une durée d'incubation de soixante heures environ pour les pieds voisins des foyers. Il nous semble donc raisonnable d'admettre que l'invasion a bien été saisie à son début.

Extension et persistance de la maladie sur les deux terrains de contamination.

Dans le terrain de contamination n° I, l'invasion a été timide Elle est resté cantonnée dans une zone peu étendue ombragée par les peupliers. Beaucoup de plantes issues de tubercules inoculés n'ont pas été malades. Le 1er août, sous l'effet de la chaleur, les taches ont commencé à se dessécher sur les feuilles, la maladie a disparu et n'a plus été observée par la suite.

Dans le terrain de contaminations n° II l'extension de la maladie a été beaucoup plus vigoureuse. Un grand nombre de plantes étaient atteintes dans les derniers jours de juillet. A partir du 1er août, de nombreuses taches se dessèchent sur les feuilles, d'autres résistent et forment à nouveau des conidiophores à partir du 5 août. Le 10 août, des plantes jusque là saines, sont attaquées. Il est vraisemblable que ces plantes ont été contaminées le 5 août. L'incubation aurait donc duré *cinq jours*. Au milieu du mois d'août, toutes les plantes étaient atteintes.

La dissemblance des invasions dans les deux terrains est imputable à une différence de milieu ou plus exactement de microclimat *créée par la plante elle-même*. Dans le terrain n° I, les plantes étaient petites, peu touffues et l'eau déposée à la surface des feuilles s'évaporait très vite sous l'effet du soleil. Ces faits expliquent que l'invasion ait été localisée dans une partie ombragée du terrain. Quelques jours de soleil ont suffi pour dessécher toutes les taches sur feuilles. Des lésions sur tige ont bien persisté mais elles n'ont pas donné de conidiophores. Là aussi le champignon, soumis à des températures très élevées, était probablement mort.

Dans le terrain n° II, l'invasion a bien débuté avec quelque difficulté sur les pieds d'Early-Rose des foyers I, II, III et IV qui présentaient tous les caractères des plantes du terrain I, mais une fois installée sur les fanes très hautes et très touffues du plant de Saucisse qui maintenaient jusqu'à une heure avancée de la matinée l'humidité apportée par la rosée, elle a pu conserver durant la période de chaleur tout le terrain conquis, grâce au maintien sur les feuilles basses de quelques taches intactes où le mycélium est resté vivant et a fructifié dès qu'une période pluvieuse est apparue.

Une observation, déjà signalée incidemment, vient appuyer notre conception : la maladie est apparue très timidement dans les foyers I et II et s'est propagée difficilement

[1] Les plantes en question étaient extrêmement touffues, ce qui rendait leur examen difficile même en période de pleine invasion où les taches étaient pourtant nombreuses et bien typiques.

[2] Alors que dans nos expériences d'inoculation au laboratoire les conidiophores n'apparaissaient sur les taches que vingt-quatre heures à quarante-huit heures après leur formation, il semble que dans la nature ils puissent se former beaucoup plus tôt. Nous avons souvent observé des pieds qui, indemnes à une certaine date, portaient le lendemain des taches fertiles. Les conidiophores avaient dû apparaître très peu de temps après la formation de la tache.

autour de ceux-ci. Or, dans cette zone, les pieds de Saucisse étaient beaucoup plus petits et moins touffus qu'autour des foyers III et IV de sorte qu'on se trouvait dans des conditions analogues à celles réalisées dans le terrain n° 1.

Nous avons par ailleurs la preuve qu'il n'y a pas de différence de sensibilité entre les deux variétés. Des pieds d'Early-Rose placés dans les mêmes conditions de microclimat que les pieds de Saucisse se comportent rigoureusement comme ces derniers. Dans les foyers III et IV les pieds d'Early-Rose, recouverts et en partie cachés par les pieds de Saucisse voisins, ont en effet conservé, tout comme ces derniers, des taches vivantes pendant la période critique. Certaines de ces taches ont donné de nouveaux conidiophores le 5 août [1]. Ce fait n'a pas seulement l'intérêt de servir notre thèse, il a surtout celui de mettre en évidence la complexité du caractère « réceptivité » qui fait entrer en jeu, à côté des phénomènes d'immunité d'autres facteurs plus facilement accessibles que l'on oublie parfois. Dans nos essais, l'Early-Rose s'est montrée pratiquement *moins réceptive* que la Saucisse pour des raisons microclimatiques. La sensibilité des deux variétés est pourtant la même. Nous avons vu que Beaumont expliquait d'une façon analogue la *réceptivité* plus faible des plantes jeunes par rapport aux plantes âgées dans une même Variété, bien que la *sensibilité* [2] ne varie généralement pas avec l'âge, comme le montrent les expériences d'inoculation [3].

Examen de la récolte. — La récolte a été faite sur le terrain n° I le 16 septembre 1938. Sur le terrain n° II, les 4 foyers plantés en Early-Rose (variété précoce) ont été récoltés le 19 septembre. Ces deux récoltes ont été faites en période de beau temps. Les tubercules du foyer V n'ont pu être arrachés que le 26 septembre avec le gros de la récolte par temps pluvieux. Nous n'avons pas trouvé de tubercules attaqués dans le terrain n° I ni dans les foyers du terrain n° II. Par contre, beaucoup de tubercules de Saucisse avaient été attaqués, certains étaient même infestés par des Blaniules (Myriapodes).

Dans le terrain n° I, la récolte a été répartie en cinq lots pesés séparément :

	LOT I.	LOT II.	LOT III.	LOT IV.	LOT V.
	PIEDS MALADES issus de tubercules inoculés.	PIEDS issus de tubercules inoculés ayant conservé un aspect sain.	PIEDS MALADES issus de tubercules sains.	PIEDS SAINS issus de tubercules sains.	PIEDS (TOUS MALADES) issus d'un tubercule sain planté contre un tubercule inoculé.
Nombre de pieds.....	5	18	31	254	6
Récolte totale.....	180 gr.	7.600 gr.	27.000 gr.	184.000 gr.	1.400 gr.
Récolte moyenne par pieds.	*36 gr.*	*422 gr.*	*870* gr.	*724 gr.*	*233 gr.*

Observations. — Lot I : 3 pieds n'ont pas tubérisé; les 2 autres ont donné chacun un tubercule.
Lots I et II réunis : 23 tubercules inoculés sur 37 ont germé.
Lots I et II : récolte moyenne théorique : $\frac{7780}{37} = 210$ gr.
Lots I et II : récolte moyenne réelle : $\frac{7780}{23} = 338$ gr.

[1] Du 31 juillet au 5 août l'humidité, au niveau des feuilles basses, était suffisante pour le maintien des taches et insuffisante pour le développement des conidiophores. Ceux-ci avaient disparu sur toutes les taches dès le 1er août.

[2] Nous proposons ici d'établir une distinction entre les termes *sensibilité* et *réceptivité*. La sensibilité résulterait, pour la plante, d'une aptitude physiologique à héberger le parasite. La réceptivité résulterait de l'action combinée, dans la nature, de la sensibilité et des conditions de milieu, généralement réalisées dans les Stations où vit la plante, capables de favoriser ou de défavoriser le développement du parasite. Il est vraisemblable que les conceptions de Ducomet ne s'éloignent pas autant qu'on pourrait le croire, de celles de Beaumont. Ducomet parle surtout de réceptivité et semble attacher à ce mot un sens très large. Beaumont parle de sensibilité (susceptibility) et prend ce mot dans le même sens que nous. Le désaccord se réduit peut-être à une question de terminologie.

[3] C. f. page 23. (Virulence du parasite et résistance de l'hôte.)

Ce tableau montre que les pieds issus de tubercules inoculés ont donné une récolte moins abondante que les pieds issus de tubercules sains même lorsqu'il n'y a pas eu d'attaque sur le feuillage. Par contre les pieds malades issus de tubercules sains n'ont pas présenté de fléchissement dans leur productivité, ce qui ne doit aucunement nous surprendre, l'attaque ayant été faible et de courte durée.

Dans le terrain n° II, les récoltes fournies par les quatre foyers de plantes issues de tubercules inoculées sont intéressantes à noter :

	FOYER I.	FOYER II.	FOYER III.	FOYER IV.
Nombre de tubercules plantés	18	18	20	20
Nombre de plantes ayant levé	12	15	16	17
Nombre de tubercules récoltés	63	88	83	129
Poids de la récolte	4.600 gr.	6.400 gr.	6.200 gr.	9.700 gr.
Productivité moyenne par pieds théorique [1]	255 gr.	355 gr.	310 gr.	485 gr.
Productivité moyenne par pieds réelle [2]	383 gr.	426 gr.	387 gr.	512 gr.

N. B. — Les productivités moyennes par pieds sont différentes de celles qui ont été fournies par le lot II sur le terrain n° 1. Aucune comparaison intéressante ne peut être tirée de l'étude de la récolte des pieds de Saucisse, ceux-ci ayant tous été attaqués d'une façon uniforme sur le feuillage.

[1] Quotient de la productivité totale par le nombre de tubercules plantés.
[2] Quotient de la productivité totale par le nombre de pieds levés.

Évolution des facteurs climatologiques en rapport avec l'invasion.

La Station de Physique et de Climatologie agricoles du Centre National de Recherches agronomiques a mis à notre disposition les résultats de ses observations. Pour étudier l'évolution de la maladie en fonction des données climatologiques nous avons choisi comme hypothèse de travail les règles de Beaumont. Ce sont des règles statistiques dérivées de celles de Van Everdingen [1] et qui paraissent reposer sur des observations consciencieuses. Elles sont au nombre de deux :

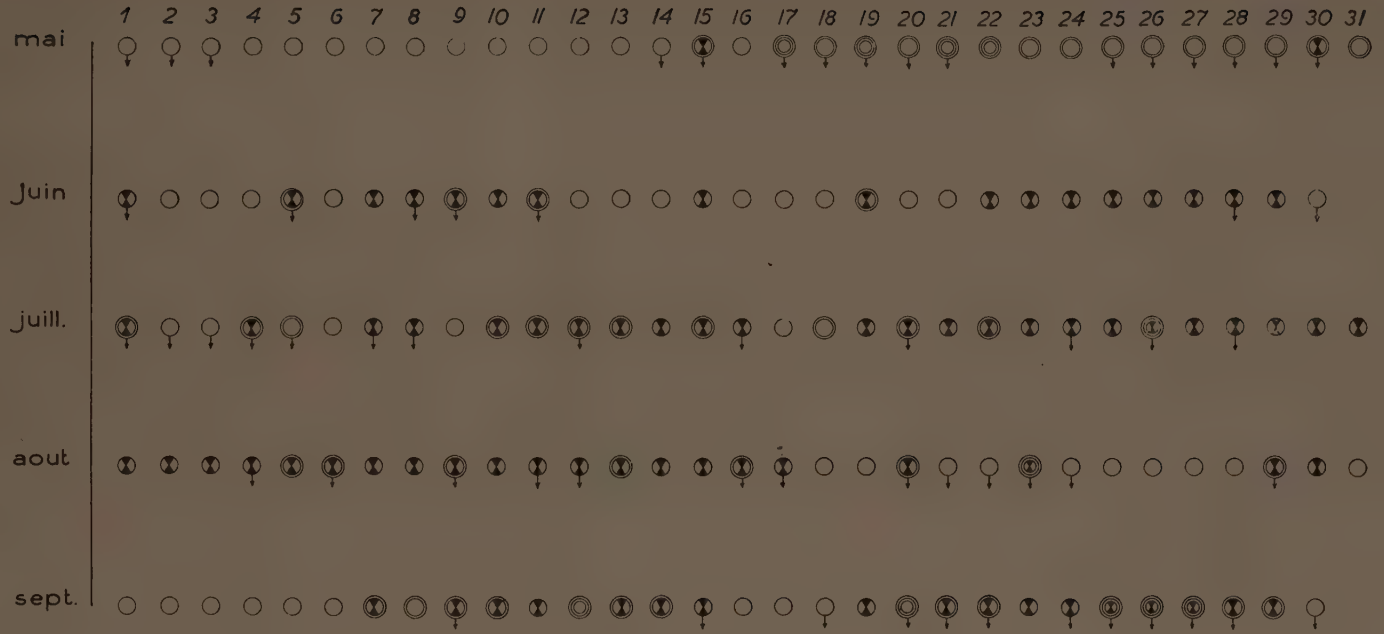
1. Température minimum supérieure ou égale à 10 degrés;
2. Humidité relative ne tombant pas au-dessous de 75 p. 100.

Pendant au moins deux jours.

Sur le graphique ci-contre nous avons indiqué à l'aide de signes conventionnels les journées où la température était supérieure à 10 degrés et celles où l'état hygrométrique ne tombait pas au-dessous de 75 p. 100. Il est facile de voir, qu'en juin, juillet et août les deux règles de Beaumont n'ont jamais été satisfaites. Ceci explique peut-être l'absence d'invasions importantes dans la région de Versailles.

Dans nos terrains d'expériences les conditions étaient très spéciales, bien différentes de celles qui sont habituellement réalisées dans les champs, de sorte que l'apparition et

[1] Les règles de Van Everdingen sont les suivantes :
1° Température nocturne au-dessous du point de rosée pendant au moins quatre heures;
2° Température minimum de 10 degrés au-dessus;
3° Nébulosité moyenne le jour suivant 0,8 ou davantage;
4° Chute de pluie le jour suivant au moins 0 mm. 1.
Au cours de ses premiers travaux Beaumont modifia la règle de Van Everdingen en ajoutant:
5° Humidité relative à quinze heures supérieure à 75 p. 100. Il constata par la suite que la règle 2 jointe à une autre trouvée par lui suffisaient.



○ État hygrométrique maximum supérieur ou égal à 75 p. 100.

◎ État hygrométrique moyen supérieur ou égal à 75 p. 100.

◉ État hygrométrique minimum supérieur ou égal à 75 p. 100.

⧗ Température minimum supérieure ou égale à 10°.

| Chute de pluie supérieure ou égale à 0 millim. 1.

Essai de vérification des règles de Beaumont.

l'extension de la maladie dans des conditions non prévues par les règles de Beaumont n'infirment en rien ces dernières,

Nos résultats ne paraissent en désaccord avec la théorie de Beaumont qu'à partir du 5 août. A cette date, en effet, de vieilles taches ont recommencé à donner naissance à des conidiophores, à la suite des pluies tombées la veille, mais alors que l'humidité paraissait insuffisante. Des plantes jusque-là saines ont été contaminées soit au cours de cette journée, soit à la faveur des pluies tombées le lendemain et ont montré des taches le 10 août après une *période d'incubation de quatre ou cinq jours* (1). La maladie s'étend au cours des semaines qui suivent, bien que les conditions climatologiques paraissent peu favorables. Ce sont des conditions microclimatiques qui ont joué ici. Nous avons l'intention de préciser ces données microclimatiques par des observations faites au niveau même de la plante.

A la fin de septembre, les règles de Beaumont se sont trouvées vérifiées. Nous faisions à ce moment notre récolte.

Recherches sur les variations de la durée d'incubation en fonction de la température.

Expériences sur des plantes entières.

A la fin du mois d'avril. nous avons planté dans des pots et porté en serre, des tubercules appartenant aux variétés Early-Rose et Bintje. Dans le courant du mois de mai, ces plantes étaient déjà bien développées et nous avons pu faire à cette époque quelques inoculations sur le feuillage.

La température de la serre atteignait 25 degrés, parfois même davantage. Ces températures élevées se sont révélées peu propices aux inoculations. Après quelques tâtonnements nous avons utilisé la technique suivante qui, sur ces variétés sensibles, nous a toujours réussi. La plante était portée dans un sous-sol dont la température était constamment comprise entre 12 et 15 degrés. On l'arrosait copieusement en mouillant le feuillage, puis on la mettait sous cloche. Deux heures plus tard environ, lorsqu'une abondante condensation d'eau s'était produite sur la face interne de la cloche, on déposait sur certaines feuilles, à l'aide d'une pipette de Pasteur, quelques gouttes d'une suspension de conidies dans l'eau de pluie. La plante était laissée sous sa cloche dans le sous-sol pendant deux ou trois jours. On la mettait ensuite dans la serre, toujours sous cloche, en prenant soin de l'arroser copieusement, jusqu'à la sortie des conidiophores (2). Les résultats sont résumés sur le tableau suivant :

VARIÉTÉS INOCULÉES.	NOMBRE DE PIEDS inoculés.	DATES des INOCULATIONS.	DATES DES SORTIES des conidiophores.	NOMBRE DE JOURS entre L'INOCULATION et la sortie des conidiophores.
Early-Rose	2	9 mai.	16 mai.	7
Bintje	1	12 mai.	19 mai.	7
Early-Rose	1	12 mai.	19 mai.	7
Early-Rose	2	16 mai.	24 mai.	8

(1) Ducomet admet une période moyenne d'incubation de cinq jours.

(2) L'aspect des lésions est différent de celui observé dans les champs. Les taches sur les feuilles sont nettement noires et portent toujours des conidiophores sur les deux faces.

Sur des plantes laissées au sous-sol après inoculation nous n'avons pas observé de sortie de conidiophores.

Les périodes portées dans la dernière colonne du tableau paraîtront longues. Il importe d'observer que ce ne sont pas les périodes d'incubation. L'incubation (période au cours de laquelle l'infection est latente, invisible) part de l'inoculation et se termine au moment où apparaissent les premières taches sur les feuilles ou sur les tiges. Le mot incubation est utilisé par comparaison avec le développement invisible de l'embryon dans un œuf; certains, poussant plus loin la comparaison, parlent de «l'éclosion» de la maladie pour désigner l'apparition des premiers symptômes lorsque l'incubation est terminée [1]. Nous n'avons pu donner ici les durées d'incubation réelle car il était difficile de noter avec une précision suffisante l'apparition des premières taches réellement imputables au mildiou.

Nous n'avons pas poursuivi plus avant ces essais car la température subissait dans la serre des variations très amples allant de 8 à 10 degrés dans la nuit à 25 degrés à 28 degrés dans la journée. Il ne nous était donc pas possible de déterminer ainsi avec rigueur les variations de la durée d'incubation en fonction de la température. Par ailleurs, les plantes entières étaient trop encombrantes pour être laissées au laboratoire.

Expériences sur des feuilles isolées.

Pour tourner ces difficultés nous avons inoculé des feuilles détachées de la plante et enfermées chacune dans une boîte de Petri contenant un peu d'eau. Les boîtes de Petri étaient réparties par séries de dix. Dans chaque série, huit feuilles d'Early-Rose étaient arrosées avec une suspension de conidies tandis que les deux autres, destinées à servir de témoins, étaient arrosées avec de l'eau stérile. Les séries de boîtes étaient ensuite portées à différentes températures. On notait alors l'apparition des premières taches noires (fin de l'incubation), puis l'éclosion des conidiophores, l'expérience n'étant jugée acceptable que si les deux témoins restaient indemnes de toute atteinte [2]. Les dix feuilles d'une même série étaient toutes prélevées sur une seule plante. Elles étaient ensuite lavées à grande eau avant d'être déposées dans les boîtes.

Les résultats obtenus sont encore fragmentaires car nous nous sommes heurtés à certaines difficultés de technique. En opérant dans un sous-sol dont la température oscillait entre 19 et 21 degrés, nous avons pu établir d'après une dizaine d'expériences toutes concordantes que la durée d'incubation à 20 degrés était de trois jours. La sortie des conidiophores se produit deux jours plus tard, c'est-à-dire le cinquième jour qui suit l'incubation. Ce résultat est en parfait accord avec ceux de Crosier que nous avons déjà eu l'occasion de mentionner.

A la faveur d'un refroidissement de temps prolongé, nous avons pu faire dans ce même sous-sol deux expériences à 17 degrés. Toutes deux nous ont donné une durée d'incubation de quatre jours, les conidiophores apparaissant vingt-quatre heures ou quarante-huit heures après la fin de l'incubation.

Un réchauffement du temps nous a permis d'opérer à 25 degrés. Les résultats ont été

[1] Il nous paraît nécessaire d'insister sur la signification de ces termes qui ne sont pas compris de la même façon par tous les auteurs.

[2] En raison de l'absence de mildiou dans les champs nous n'avons jamais observé d'attaque sur les témoins.

très voisins de ceux que nous avions obtenus à 20 degrés. La durée d'incubation paraît cependant un peu plus longue qu'à cette température [1].

Ne pouvant nous contenter d'être à la merci de changements de temps et cherchant par ailleurs à opérer à des températures aussi variées que possible, nous avons songé à placer nos boîtes de Petri à la chambre froide pour les essais aux basses températures et à l'étuve pour les essais aux températures élevées; des deux côtés nous nous sommes heurtés à de grosses difficultés.

La chambre froide du laboratoire permet d'obtenir des températures constantes depuis — 25 degrés environ jusqu'à — 4 degrés. Ces températures trop basses ne nous intéressaient pas : à + 4 degrés déjà nos inoculations ont échoué. Pour obtenir des températures supérieures à + 4 degrés, nous étions obligés d'opérer par refroidissements et réchauffements successifs de la glacière ce qui enlève toute valeur aux résultats obtenus ainsi. Cette glacière a, en outre, l'inconvénient d'être obscure. Nous indiquerons cependant à titre documentaire le résultat suivant : l'inoculation était faite à 10 degrés, la température oscillait très régulièrement entre + 4 degrés et + 16 degrés, l'incubation a duré six jours. Ici, encore, malgré l'imperfection de nos moyens, nous nous rapprochons beaucoup des résultats de Crosier (incubation de cinq jours à 10 degrés). Il faudrait pouvoir reprendre les essais aux basses températures à l'aide d'une glacière plus facilement réglable.

A l'étuve, nous avons été gênés par des pourritures qui se produisaient très rapidement. Nous ne pouvons donc faire état des résultats ainsi obtenus.

Conclusions.

Les faits suivants paraissent se dégager de notre étude :

1. La semence peut être une source de contamination importante. Les résultats fournis par le foyer IV dans notre terrain n° II sont convaincants à cet égard puisque nous n'avions planté que des tubercules malades prélevés dans un lot de semence envoyé par un syndicat et conservés sur clayette pendant l'hiver dans les mêmes conditions que les tubercules sains.

2. L'existence d'importants foyers de plantes malades permet l'apparition d'épidémies localisées même lorsque les conditions climatologiques de l'année sont peu favorables au mildiou. La grande abondance de germes permet au champignon de mettre plus facilement à profit des circonstances microclimatiques favorables.

3. Chez une plante, il convient de tenir compte, à côté de la *sensibilité* à un parasite, ou aptitude physiologique à héberger ce parasite, de la *réceptivité* qui est conditionnée à la fois par la sensibilité et les facteurs microclimatiques de la Station où vit la plante. Deux plantes d'égale sensibilité peuvent présenter une réceptivité très différente. C'est ainsi que dans nos essais la variété Early-Rose, qui paraît aussi sensible que la variété Saucisse s'est montrée moins réceptive que celle-ci car ses fanes étaient moins développées et créaient un micro-climat moins favorable. Au point de vue agronomique la réceptivité est au moins aussi importante à connaître que la sensibilité.

[1] Il ne s'agit là que d'une impression; les conidiophores et les taches étant apparus la nuit nous n'avons pu préciser le moment exact de leur sortie.

4. La récolte des pieds de pomme de terre issus d'un tubercule mère atteint de mildiou a été réduite de moitié dans nos expériences, par rapport à la récolte des pieds issus de tubercules sains. Dans le terrain n° I, la chute de récolte due aux attaques sur le feuillage a été nulle, ce qui est dû au fait que ces attaques ont été faibles et n'ont duré que quelques jours; dans le terrain n° II aucune évaluation de cet ordre n'est possible, tous les pieds ayant été attaqués.

5. Dans la nature, nous avons pu faire deux observations relatives à la durée d'incubation. La deuxième observation (du 5 au 10 août) a été faite dans des conditions telles que nous pouvons affirmer avec certitude que l'incubation à ce moment ait duré quatre à cinq jours. La première observation (28 juillet) nous donne un temps plus court mais que nous considérons comme plus sujet à caution, la date de la contamination étant moins certaine.

6. Au laboratoire, par inoculation de feuilles isolées nous avons pu déterminer la durée d'incubation à 20° en atmosphère saturée d'humidité. Elle est de trois jours et les conidiophores apparaissent au cinquième jour. A 25°, la durée d'incubation semble plus longue de quelques heures. A 17°, elle est nettement plus longue qu'à 20°, elle atteint en effet, quatre jours et les conidiophores apparaissent entre le cinquième et le sixième jour. A une température moyenne de 10° des expériences, dont la technique laisse malheureusement à désirer, nous ont donné une durée d'incubation de six jours. Dans les conditions où nous sommes placés, la durée d'incubation passe donc par un minimum de trois jours pour une température de 20°. Elle s'allonge un peu aux températures plus élevées et beaucoup aux températures plus basses. Ces résultats demandent d'ailleurs à être complétés.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE.[1]

Darbois de Jubainville (A.). — *Phytophthora infestans*, maladie de la pomme de terre, 1883.

Bartetzko. — Untersuchungen über das Erfrieren von Schimmelpilzen. (*Jahr-wissen Bot. 47*, p. 57, 98, 1909.)

De Bary. — Die gegen wartig herrschende Kartoffelkrankheit Leipzig. — 1861.

De Bary. — Recherches sur le développement de quelques champignons parasites. (*Ann. des Sc. nat. 4e série*, t.20, cahier 1, 1863).

Beaumont (A.). — On the relation between the stage of development of the potato crop and the incidence of blight. (*Phytophthora infestans*). [*The annals of applied biology vol. XXI, 1934, p. 23, 47*].

Beaumont (A.). — Potato blight and the weather. (*Thirteenth annual report. Seale-Hayne agricultural college. Dep. of plant Pathology Pamphlet 47*, sept. 1936.)
Du même auteur dans la même publication : *Rapports annuels depuis 1929*.

Brooks. — An account on some fields observations on the development of Potato blight. (*New Phytol 18*, p. 187, 201, 1919.)

De Bruyn (H.-L.-G.). — The saprophytic life of *Phytophthora infestans* in the soil. (*Meded Landbowhoogesh Wageningen 24*, p. 4, 37, 1922.)

De Bruyn (H.-L.-G.). — Oospores of *Phytophthora infestans*. (*Report internat. conf. phytopath. and economical entomology. Holland 30-31, 1923.*)

[1] On trouvera facilement des références bibliographiques plus complètes en se reportant aux travaux cités et à *Review of applied Mycology*.

De Bruyn. — The overwintering of *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary. (*Phytopathology*, XVI, 2, p. 121, 140, 1926.)

Clinton. — Nombreux articles sous différents titres dans *Exp. Station report 1904* : p. 363-384 ; *1905* : 304-330 ; *1908* : 891-907 ; *1909-1910* : 753-774.

Crosier (W.). — Culture of *Phytophthora infestans*. (*Phytopath. XXIII, 9*, p. 1933.)

Crosier (W.). — Studies in the biology of *Phytophthora infestans* (Mont) De Bary. (*Cornell agr. exp. station Memoir 155, 40* p. 11, *graph. 1934.*)

Crosier (W.). — Some ecologic relations of *Phytophthora infestans*. (*Phytopathology XXV*, p. 13, 1935.)

Delacroix. — Sur une altération des tubercules de pomme de terre. (*Annales de l'Institut agronomique 1904.*)

Denny (F. E.). — Combining treatments for disinfecting potato tubers with treatments for breaking dormancy. (*Contribution from Boyce Thompson institute vol. 9, n° 5, july-sept. 1938*, p. 395-403.)

Ducomet. — Rapport sur l'établissement d'un service d'avertissements contre le mildiou de la pomme de terre (inédit).

Van Everdingen.— Het verband tusshen de weergestelheidende Aardappelziekte (*Phytophthora infestans*). [*Tijdschr. over Plantenziekten XXXII*/5, p. 126-140, 1926.]

Van Everdingen (E.). — Het verband tusschen de weergesteldheidende. Aardappelziekte (twee de mededeeling). [*Tijdschr Pl. Ziekt XII*, 6, p. 125-133, 1935.]

Foex (E.). — Le mildiou de la pomme de terre. (*Congrès def. sanitaire des végétaux*, p. 155-160, 1934).

Giddings (N. J.) and Berg (A.). — A comparison of the late blights of the tomato and potato. *Phytopath. 9*, p. 209-210, 1919).

Horri (M.). — On the relation between cell contents and the infection by *Phytophthora infestans*. (*Annales phytopath. Soc. Japan VI*, p. 10-22, 1935 [*en japonais, résumé anglais*].

Jones, Giddings et Lutman. — Investigations of the Potato fungus *Phytophthora infestans* (*U. S. dept. agr. Bur. pl. ind. Bul. 285*, 1912).

Mac Kay. — Potassium permanganate as an aid to the production of asexual fructifications by *Phytophthora erythroseptica* Pethybr. [*Nature, Lond* CXXXIX, p. 802. 1937.]

Lutman. — Twenty years' spraying for potato diseases. Potato diseases and the weather. (*Vt. agr. exp. station. Bul.* 159, 215, 296, 1911).

L. Mangin. — Recherches sur les Peronosporées. (*Soc. d'hist. nat. d'Autun, 8e bulletin 1895*).

Von Martius. — Die Kartoffel epidemie der letzen Jahre oder die Stock Faüle und Raüde der Kartoffeln (*Munich*, 1842).

Matruchot et Molliard. — Sur le *Phytophthora infestans* (*Ann. myc.*, 1903).

Melhus (I. E.). — Hibernation of *Phytophthora infestans* of the Irish potato (*Journ. agr. res.* 5, p. 71, 102, 1915).

Mickle (J.). — Potato murrain (*Gardener chronicle*, v. 658, 1845).

Montagne. — Note sur la maladie qui ravage les pommes de terre et caractères du *Botrytis infestans*. (*Soc. Philomatique de Paris Procès-verbaux 1845*).

Morse (W. J.). — The transference of potato late blight by insects. (*Phytopath II*, p. 94, 96, 1921).

Müller. — Über die Biotypen von *Phytophthora infestans* und ihre geographische Verbreitung in Deutschland. (*Nahrichtenbl. Deutsch. Pflanzenschutzdienst*, XIII, 11 g., p. 1-92, 1 carte, 1933).

Murphy et Mc Kay. — The development of blight in potatoes subsequent to digging. (*Jour. dep. of Lands and agr. Ireland*, 24 p. 14, 1924).

Murphy. — The bionomics of the conidia of *Phytophthora infestans* (Mont de Bary). [*Sc. proc. Roy. Dublin Soc.*, n. s. 16, p. 442, 446, 1922].

NAPPER (Maude E.). — Observations on potato blight (*Phytophthora infestans*) in relation to weather conditions. (*Journ. Pomol. and Horticol. Sc.*, XI, p. 3, 933).

NOVOTELNOVA. — Influence de la température et de l'humidité sur la germination des conidies de *Phytophthora infestans* (*plant protection* 12, p. 79-88, 1937).

ORTH (H.) et LEHMANN (H.). — Über Degenerationserscheinungen bei Phytophthora infestans. (*Züchter* VII, *1, p. 12,* 16 *6 graph.* 1935).

PERRET (C.). — Les maladies de la pomme de terre dans le Forez en 1927. (*Rev. path. vég. et d'Ent. agr.*, XIV, 259-66).

PETHYBRIDGE et MURPHY. — On pur culture of *Phytophthora infestans* and the development of oospores. (*Roy Dublin soc. n. s.*, 13, p. 566-588).

REDDICK (D.) et MILLS (W.). — Building up virulence in *Phytophthora infestans*. (*Ann. potato Jour.* XV, 2, p. 29, 34, 1938.)

SCHMIDT (E.). — Unsere Effahrungen der Züchtung *Phytophthora* resistenter Kartoffeln. (*Der Züchter,* V, 8 p. 173, 179, 1933.)

SMALL. — The control of Potato blight in Jersey. (*J. Minist. agr.*, XIII, 12, p. 1162, 1168, 2 pl., 1937.)

SMALL. — The relation between potato blight and tomato blight. (*Ann. appl. Biology*, XXV, 2, p. 271-276, 1 pl., 1938.)

SUKHORUKOFF, KLINGET et OVCAROV. — Les effets du *Phytophthora infestans* de BARY sur les diastases de la plante hôte. (*C. R. Ac. Sc. U. R. S. S. n. s.*, p., XVIII, 8, p. 597-602, 1938.)

WARD. — Illustration of the structure and life history of *Phytophthora infestans* the fungus causing potato disease. (*Quarterly jour. of microscopical science n. s.*, vol. 27, n° 107, 1887.)

LA RÉSISTANCE DES ORMES

À LA MALADIE (*GRAPHIUM ULMI*)

par G. Arnaud,
Directeur-adjoint de la Station centrale de Pathologie végétale.

La maladie de l'Orme, due au *Graphium Ulmi*, champignon dont la forme parfaite est le *Ceratostomella Ulmi*, qui sévit avec une intensité particulière dans l'Europe occidentale tempérée (Hollande, Belgique, France, etc.), est connue depuis assez longtemps dans notre pays et a déjà fait l'objet de nombreuses notes. Nous ne citerons ici que les plus récentes; on peut consulter, pour les autres, nos publications antérieures (Arnaud et Barthelet 1931, Arnaud, 1934).

On sait que l'on peut lutter contre les maladies cryptogamiques par deux méthodes principales :

1° Par les traitements utilisant des produits anticryptogamiques;

2° Par l'utilisation des variétés ou espèces résistantes.

Suivant les cas, c'est l'un ou l'autre des systèmes qui est le meilleur, parfois les deux, parfois une combinaison de l'un et de l'autre.

La question des traitements anticryptogamiques a été étudiée récemment par le professeur Fron (1936), nous n'avons pas fait d'essais sur ce point de la question qui sera laissé de côté ici.

Lorsque l'agriculteur dispose des deux systèmes qui viennent d'être cités, ce sont, en général les considérations économiques qui décident. Les essences forestières sont le plus souvent choisies dans les forêts à cause de leur rusticité, parce que leur culture ne nécessite aucun frais ou le moins de frais possible, ce qui permet d'utiliser des terrains de peu de valeur et d'un revenu relativement assez faible; les autres plus favorisés étant réservés à l'agriculture intensive. Ce n'est que lorsqu'une essence forestière est employée pour constituer des plantations d'ornement de grande valeur que l'on peut songer à faire des traitements anticryptogamiques toujours coûteux.

Lorsque la maladie de l'Orme a eu pris l'extension que l'on sait, on s'est préoccupé naturellement de rechercher et d'étudier expérimentalement les formes résistantes. On connaît les travaux si intéressants faits en Hollande, au laboratoire de Baarn, par la regrettée Mlle Buisman, sous la direction de Mlle le professeur Westerdijk; actuellement,

ces travaux sont continués par une autre collaboratrice du même service, Mlle Went, qui a publié récemment un important mémoire sur le sujet.

On peut résumer brièvement les résultats obtenus par Mlle Buisman : La plupart des ormes appartenant aux espèces européennes et américaines du genre *Ulmus* se sont montrés très sensibles à la maladie; par contre certaines formes asiatiques et surtout sibériennes (*Ulmus pumila* et sa variété *pinnato-ramosa*) sont très résistantes; malheureusement ces formes résistantes s'adaptent mal au climat tempéré de l'Europe occidentale; ces arbres provenant de régions à hivers extrêmement rigoureux, mais à saisons bien tranchées, où l'hiver succède presque sans transition à l'été et l'été à l'hiver s'accommodent mal de nos hivers doux où la végétation se prolonge tard, où les Ormes en particulier entrent à peine à l'état de repos entre la chute des feuilles et la floraison suivante;

Fig. 1.— Partie des Ormes (*Ulmus campestris*) de l'allée des Paons (Parc de Versailles) photographiée en juin 1930 (depuis les arbres étant tous morts ou mourants, la plantation a été rasée entièrement en 1937-1938 sauf une petite partie à l'Est non visible sur la photographie). (J. Barthelet phot.)

par suite, si les Ormes sibériens résistent en Europe au *Graphium*, ils sont atteints par divers parasites de faiblesse qui les détériorent gravement et les rendent peu utilisables, au moins en Hollande. En Italie, des résultats plus satisfaisants ont été obtenus, mais sans donner entière satisfaction, comme le montrent les essais de notre savant collègue de la Station de Rome, M. Goïdanich (1936).

A cause des difficultés qui viennent d'être signalées dans la culture des variétés résistantes en Hollande, Mlle Buisman avait été amenée à rechercher, s'il n'y avait pas des individus résistants, des lignées résistantes si l'on veut, parmi les espèces ordinaires de nos régions (*Ulmus campestris*, etc.), qui sont mieux adaptées au climat; on sait en fait qu'il est fréquent de trouver de grandes différences de résistance à une maladie entre les plantes appartenant à une même espèce botanique. Mlle Buisman avait sélectionné en particulier, un Orme originaire d'Espagne qui a montré une résistance à peu près parfaite à la maladie et que l'on désigne actuellement sous le nom d'*Orme Chr. Buisman*. Cette propriété a été

confirmée par les essais effectués en Italie par Goidanich. Il est vraisemblable par conséquent que cet orme donnerait également des résultats avantageux en France.

A la Station de Pathologie végétale de Versailles, des essais plus modestes ont été

Fig. 2. — Ormes (*Ulmus campestris*) malades photographiés en juin 1930, à l'intersection des allées de Choisy et des Paons. (J. Barthelet phot.)

entrepris d'une façon un peu différente. La partie du parc du château de Versailles où se trouvent installés les laboratoires du Centre de recherches agronomiques, dite « Bassin de Choisy », est particulièrement propice à ces études; les allées « de Choisy » et « des Paons » qui se croisent en ce point (fig. 3) présentaient des rangées d'ormes qui furent

parmi les premières attaquées et qui ont été complètement dévastées par la maladie en une dizaine d'années (fig. 1 et 2). On a dû abattre la majeure partie des arbres; ils étaient tous morts ou mourants et dans quelques années tous les Ormes auront disparu de cette partie du parc. Certains de ces arbres étaient certainement centenaires et leur tronc avait un diamètre de 70 à 80 centimètres; les jeunes arbres sont, du reste, rapidement attaqués également.

Nous avons pensé à faire, parmi les Ormes de nos pays, une sélection naturelle dans ces conditions si favorables à la maladie. On sait que les Ormes obtenus de semis par les

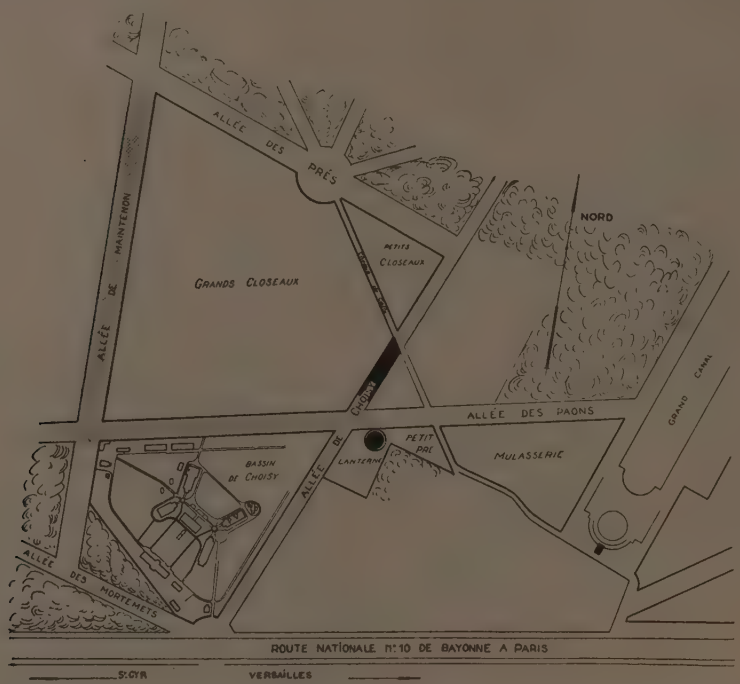


FIG. 3. — Plan du Parc de Versailles, au voisinage du « Bassin de Choisy ». Les parties de l'allée de Choisy où les ormes ont été le plus anciennement détruits sont figurées en noir. Les parties attaquées plus tardivement, mais où les arbres ont dû être enlevés en totalité sont en grisé; les ormes restant dans ces mêmes allées ou dans les parties avoisinantes sont en général plus ou moins gravement malades (décembre 1938). Le cercle noir indique à peu près l'emplacement des jeunes ormes en expériences.

P. V. — Station centrale de Pathologie végétale.

pépiniéristes sont très différents les uns des autres; certains ont de petites feuilles, d'autres de grandes; les uns ont une écorce lisse, chez les autres elle est liégeuse; il y a des individus à croissance rapide à rameaux allongés et peu ramifiés, d'autres poussent en buisson; on pouvait espérer trouver également des différences de résistance à la maladie dans cet ensemble hétérogène comme l'ont montré du reste les indications données plus haut d'après les résultats postérieurs. Aussi, en mars 1929, il a été planté un certain nombre de jeunes Ormes de semis de 2 ou 3 ans provenant d'Angers; certains ont servi à des essais divers et un carré formé d'une cinquantaine d'individus a été conservé pour les essais de résistance. Déjà deux ou trois ans après la plantation, certains des jeunes

Ormes ont présenté les caractères de la maladie et les dégâts n'ont fait que s'aggraver : actuellement, au bout de dix ans, il ne reste plus que deux arbres restés sains depuis le début. Cette méthode utilisant les infections naturelles est évidemment un peu moins rapide que celle qui a été utilisée par Mlle Buisman et par M. Goïdanich et qui consiste à inoculer le parasite dans une entaille faite au tronc ou par injection de spores grâce à une piqûre faite avec l'aiguille d'une seringue à injection ; elle se rapproche mieux par contre des conditions ordinaires du développement de la maladie ; elle aurait demandé sans doute à être faite sur un plus grand nombre d'individus ; mais la Station ne disposait pas de l'étendue de terrain nécessaire ; un service mieux doté pourrait sans doute les reprendre avec plus de chances de succès.

Nos essais ont donné cependant quelques résultats intéressants soit au point de vue de la résistance à la maladie, soit sur les conditions de développement du parasite, nous allons les résumer ici.

Organisation des essais et évolution de la maladie.

Les arbres plantés à environ 50 centimètres sur 1 mètre ont été laissés libres de se développer sans aucun traitement au moins jusqu'à la manifestation naturelle de la maladie ; ils ont présenté des caractères de vigueur, de feuilles, de ramification très variables.

En automne 1934, et 1936 et en décembre 1938 tous les arbres qui, au moment de l'opération, présentaient les symptômes de la maladie ont été rabattus à 1 mètre, 80 ou 30 centimètres suivant le cas, soit le plus souvent au-dessous des parties infectées ; le parasite attaquant en général l'arbre dans la cîme. Les arbres sains ont été laissés intacts ; en décembre 1938, on n'a pas rabattu également deux arbres malades (arbres atteints avant 1934, rabattus à cette date et réinfectés ensuite) à titre de témoins malades.

La marche de l'infection a été la suivante :

1° Sur 50 ormes réservés pour essais, 39 étaient déjà contaminés en 1936 et 11 sains ; à la fin de 1937, il ne restait plus que 7 arbres sains et en décembre 1938, 2 seulement paraissaient indemnes (on n'a pu naturellement faire que des prélèvements limités sur ces arbres). Étant donnée la puissance destructrice du parasite on peut craindre que ces arbres ne soient envahis rapidement à leur tour, cependant quelques espérances subsistent ;

2° Les observations faites au cours des dix années d'expériences confirment le fait déjà signalé que les individus les plus vigoureux souffrent en général plus de la maladie que les autres ; les quelques arbres restés sains étaient nettement plus petits que les autres, et surtout leur tronc avait un diamètre plus faible. Quelques pieds destinés à des expériences et qui à cause de cela avaient été plantés en pots enterrés ont été laissés en place ; ils ont en général fait éclater le pot et la racine a pénétré dans le sol ordinaire ; mais il en est résulté un retard très marqué dans leur croissance ; or, ces Ormes, primitivement en pot ont été beaucoup moins affectés par le *Graphium ;* le diamètre de leur tronc était deux ou trois fois plus petit que celui des arbres mis en pleine terre dès le début.

Pour les arbres mis en pleine terre, on pourrait invoquer, pour expliquer les différences d'action du parasite, une différence d'origine botanique ; les Ormes de semis sont souvent des métis ou même des hybrides ; la résistance à la maladie et la faible vigueur, coïncideraient dans la majorité des lignées ; mais pour la différence entre les plants

et ceux en pleine terre, on ne peut guère invoquer que la vigueur; malheureusement pour les plants en pots aucun relevé précis n'a été fait, les individus restants n'étant que ceux qui, par hasard n'ont pas été utilisés à des expériences auxquels ils étaient théoriquement destinés;

3° Les arbres devenus malades antérieurement à l'été 1934 et 1936 et rabattus à ces dates (à 1 m. et à 80 centim.) ont en général repoussé très vigoureusement et leurs repousses ont atteint en deux ou trois ans et même dépassé la hauteur des arbres non rabattus; en général ils sont restés sains plusieurs années après le recépage. Cependant deux ou trois arbres où l'infection était descendue dans le tronc sont morts après le recépage.

On peut en conclure que la vigueur n'exclut pas la sensibilité à la maladie bien au contraire; et que le «dépérissement de l'Orme» n'est pas le résultat d'une mort lente venant chez des arbres physiologiquement affaiblis; on peut en déduire également que chez les arbres atteints la partie inférieure (et les racines en particulier) est restée parfaitement saine. Cela est confirmé par le fait que souvent les racines des vieux arbres coupés parce que mourant de la maladie, donnent des rejets très nombreux. Ce point est particulièrement important à noter car dans d'autres parties du Parc de Versailles, par exemple autour du «Bassin de Neptune» les vieux Ormes meurent sous l'action du Pourridié (*Armillariella mellea*) ce qui n'est pas le cas ici;

4° Parmi les arbres atteints rabattus en 1934 et 1936, qui ont repoussé vigoureusement ensuite ayant été guéris par suppression de la partie infectée, certains ont été à nouveau envahis par les voies naturelles.

Ainsi en décembre 1938 les 45 arbres restant finalement (en plus 3 morts et 2 sacrifiés pour étude) se répartissaient ainsi :

1° Arbres restés sains depuis le début	2
2° Arbres infectés entre 1936 et 1937 (non rabattus avant 1938)	5
3° Arbres infectés avant l'été 1936 (et rabattus en 1934 ou en 1936) :	
a. Restés sains depuis le rabattement	14
b. Redevenus infectés, depuis le rabattement, malades mais encore vigoureux	22
c. Arbres morts	2
	45

Ces résultats montrent que le rabattement du tronc (à 1 m. par exemple du sol ou plus bas pour des arbres de 3 m. à 3 m. 50 de hauteur totale) arrête un certain temps les dégâts, souvent pendant plusieurs années. Cela peut avoir un intérêt pour certaines régions de France et surtout d'Italie où les rameaux feuillés d'Orme sont régulièrement utilisés comme fourrage. La blessure faite au tronc par le sectionnement effectué même pendant la végétation ne paraît pas avoir servi à l'infection par le parasite;

5° Les arbres atteints avec le plus d'intensité se caractérisant souvent par une dessiccation rapide des rameaux sur une plus grande longueur, étaient en général (comme il a été indiqué plus haut) des arbres à croissance rapide à rameaux très longs et relativement peu ramifiés, à feuilles larges et rappelant par conséquent plus l'*Ulmus montana;* au contraire la maladie évoluait plus lentement sur les arbres moins vigoureux à rameaux latéraux très nombreux à port un peu buissonnant et à feuilles petites analogues à l'*Ulmus campestris* tel qu'on le rencontre dans les régions méridionales sèches. Dans un

autre essai qui a dû malheureusement être supprimé, nous avons eu en observation pendant plusieurs années un petit Orme infecté, assez rabougri mais toujours vivant, qui ne présentait aucune tendance ni à guérir, ni à mourir.

Au point de vue de la marche de la maladie quelques observations sont à noter au sujet des vieux Ormes du Parc de Versailles; la maladie y présente une activité très variable. On a signalé plus haut la dévastation rapide de la plus grande partie des allées de Choisy et des Paons (fig. 1); par contre l'allée des Matelots située à près d'un kilomètre de là est bien moins atteinte; les Ormes placés dans les massifs d'arbres ou ceux qui sont plantés dans les allées bordant ces massifs sont moins malades que ceux des allées parcourant des espaces dénudés. On pourrait supposer qu'il n'y a eu qu'une apparence, les arbres isolés étant plus visibles dans le détail de leur ramure et montrant ainsi mieux les symptômes de la maladie, mais en fait la différence est réelle; on peut se demander si cela ne tient pas seulement à une évaporation plus rapide dans le deuxième cas, perte d'eau qui aggrave l'action du parasite sur le système vasculaire.

Action des insectes (Scolytes).

L'influence *directe* des dégâts de scolytes a été envisagée par divers auteurs au début des études sur la maladie; les arbres malades ou morts sont en effet la proie de ces insectes; mais cette hypothèse est complètement abandonnée aujourd'hui.

La question a été reprise sous une autre forme et la plupart des observateurs qui s'en sont occupés, admettent que les scolytes adultes (sortis des arbres malades où ils se sont infectés) inoculent les arbres sains soit en mordant les feuilles pour manger ou en perçant l'écorce pour y pondre leurs œufs. On est obligé de s'incliner devant cette opinion presque unanime quoiqu'on puisse faire quelques objections plus ou moins solides il est vrai.

D'abord on considère que ces scolytes de l'Orme n'attaquent en général que les arbres affaiblis et de fait nous n'avons jamais constaté les dégâts ordinaires des scolytes sur nos jeunes arbres en expériences et dont certains ont été rapidement infectés; mais il convient de relever ici une observation qui contredit la première. Si l'on ne trouve pas sur les arbres malades les galeries typiques des larves de scolytes nous avons trouvé à plusieurs reprises des scolytes adultes (sans doute des femelles) logées dans une courte galerie qu'elles avaient creusée dans le bourrelet charnu qui forme la base des rameaux vigoureux. Il est possible que ces femelles n'aient pas pondu ou que les œufs déposés n'aient pas évolué puisqu'il n'y a pas eu de galeries ultérieures; mais la morsure de l'adulte suffit peut-être pour assurer la contamination.

Une autre objection vient de l'énorme différence qu'il y a entre la quantité de scolytes sortant des arbres contaminés et le petit nombre d'arbres infectés chaque année. Pour des raisons d'esthétique pour ne pas dénuder complètement des espaces importants, dans le Parc de Versailles on n'arrache guère les Ormes que lorsqu'ils sont complètement morts ou presque, cela permet à des myriades de scolytes d'achever leur développement et de se disperser dans le voisinage; l'écorce du tronc de certains Ormes morts restés en place présente presque un trou de sortie tous les 2 ou 3 centimètres carrés ce qui représente pour des troncs de 80 centimètres de diamètre et de 10 mètres de haut un nombre impressionnant d'adultes sortant d'arbres contaminés. Or dans notre carré d'expériences certains de nos jeunes Ormes sensibles à la maladie (puisque finalement

contaminés) sont restés sains pendant huit à dix ans. Cela paraît presque incroyable, et pour accepter le fait sans trop de résistance il faut se rappeler l'énorme perte de germes qui se fait dans la nature; très peu de spores du mildiou de la vigne donnent effectivement naissance à une nouvelle tache, les conifères donnent une masse de pollen qui a donné lieu dans certains pays à la croyance à une véritable pluie de soufre et cela est sans rapport avec le nombre de fleurs femelles à féconder ou de graines produites. Un autre fait moins précis mais peut-être plus important concerne les analogies entre le « dépérissement » de l'Orme dû au *Graphium Ulmi* et le « dépérissement » de l'Ailante (*Ailantus glandulosa*) des plantations de Paris, dû au *Verticillium Dahliae* [1]. Les deux maladies ont la plus grande ressemblance (voir Arnaud et Barthelet, 1931) et cependant on n'a jamais constaté l'intervention de scolytes ou d'insectes analogues dans le cas de l'Ailante.

Résumé.

Les essais entrepris à la Station centrale de Pathologie végétale de Versailles confirment et précisent les résultats obtenus par divers expérimentateurs au sujet de la maladie de l'Orme due au *Graphium Ulmi;* on peut en tirer les conclusions suivantes :

1° Au bout de dix ans d'essais dans un milieu très favorable à l'infection, 2 arbres restent encore sains sur 50 sujets en expérience (formes du type *Ulmus campestris* auct.) la plupart des Ormes ordinaires de France même jeunes sont contaminés au bout de quelques années, mais peuvent rester sains au moins dix ans. Les essais devraient porter sur plusieurs centaines d'individus;

2° Les arbres vigoureux souffrent relativement plus de la maladie;

3° Les arbres attaqués dans leur partie supérieure et guéris par rabattement du tronc supprimant la partie infectée, deviennent sains et repoussent vigoureusement, ce qui montre que leur partie basilaire est intacte; mais ils peuvent être réinfectés dans une proportion analogue à celle des infections primitives; il n'y a aucune apparence de vaccination;

4° Le rôle des scolytes dans l'inoculation du *Graphium* en général admis par la plupart des observateurs est possible, mais soulève quelques objections.

BIBLIOGRAPHIE.

1931. Arnaud (G.) et Barthelet (J.). — Recherches sur les dépérissements des arbres d'alignement. (*Annales des Epiphyties,* 17e année, 1931, p. 249-323, 43 fig. et 7 pl.) Avec bibliographie.

1934. Arnaud (G.). — Le dépérissement de l'Orme, *Graphium Ulmi.* (*Le Progrès agricole et viticole,* 51e année, 1934, t. CII, p. 260-265, 5 fig.)

1935. Buisman (Mlle Chr.). — Sensibilité de diverses espèces et variétés d'ormes à *Ceratostomella Ulmi.* (*Rev. Path. Vég. et Entom. agricole,* XXII, p. 200, 1935.)

(1) Les deux champignons sont beaucoup plus voisins que ne semblent l'indiquer les noms de ces parasites et la place qui leur est accordée par les mycologues dans la classification. En fait le *Graphium* peut être considéré comme un *Verticillium* dont les conidiophores se groupent souvent en faisceaux ou si l'on veut en javelles; mais souvent aussi (en cultures sur milieux stériles) ils restent indépendants comme chez les *Verticillium* typiques.

1936. Fron (G.). — La maladie de l'Orme. (*C. R. de l'Académie d'Agriculture*, XXII, p. 1081-1089, 1936.)

1936. Goïdanich (G.). — Comportamento dell' *Ulmus pumila* nella pratica agricola e la sua resistenza alla Grafiosi (*Ball. R. Staz. Pat. Veg. Roma,* XV, n. s., 1936, p. 199-207.)

1937. Goïdanich (G.). — I piu recenti resultati degli studi... (*Boll. R. Staz. Pat. Veg. Roma,* XVII, n. s., 1937, p. 206-224.)

1938. Goïdanich (G.). — Notizie sulle ricerche di selezione di olmi resistenti alla grafiosi. (*Italia agricola,* anno 75, 1938, 8 pl., 4 fig.)

1938. Went (M^lle^ J.-C.). — Compilation of the investigations on the susceptibility of different elms to *Ceratostomella Ulmi* in the Netheerlands. (*Phytopathologische Zeitschrift,* XI, 2, 1938, p. 181-201, 2 fig.)

Note. — Depuis la rédaction de ce travail, les Ormes de l'*allée des Prés* ont été également abattus, ainsi que beaucoup d'Ormes des allées voisines.

L'ESSAI D'EFFICACITÉ

DES PRODUITS ANTIDORYPHORIQUES,

par M. Raucourt, B. Trouvelot et H. Bégué[1].
Centre national de Recherches agronomiques de Versailles.

SOMMAIRE.

Pages

I. Généralités :

1. Nécessité et possibilité d'essais d'efficacité 52
2. Généralités sur les produits commerciaux antidoryphoriques..... 54
3. Les facteurs de la valeur insecticide..... 54
4. Différents types d'essais biologiques..... 55

II. Bases biologiques des essais d'efficacité :

1. Les grandes lignes de la biologie du Doryphore 56
2. Les élevages de Doryphores 59

III. Méthode officielle des essais de produits (essais parcellaires) :

1. Principes généraux..... 61
2. Travaux sur un produit..... 63
3. Détails de l'essai biologique..... 64
4. Organisation d'une série d'essais 72
5. Dépouillement des résultats..... 73
6. Stade de l'insecte à soumettre à l'expérimentation 73
7. Étude du produit étalon 75

IV. Les essais de laboratoire :

1. Principe..... 77
2. Technique opératoire..... 77
3. Observations et relevés..... 78
4. Résultats..... 79

(1) Les premiers éléments de la méthode d'essais décrite ici ont été établis avec la collaboration successive de L. Dupouy, R. Perez et R. Dupoux; G. Busnel, G. Castets et J. Dixmeras ont participé à sa mise au point actuelle.

V. Réalisation pratique des essais 79

Index 85

Annexe. — Législation relative aux essais :

1. Arrêté du 28 février 1938 81
2. Arrêté du 7 décembre 1938 81
3. Règlement des essais de produits antidoryphoriques 82
4. Modèle du Bulletin d'essai 83

I. Généralités.

Nécessité et possibilité d'essais d'efficacité.

En raison du nombre et de la diversité des spécialités antiparasitaires préparées pour l'usage agricole, l'organisation d'essais officiels d'efficacité est apparu nécessaire il y a plusieurs années déjà. Il devenait en effet difficile aux agriculteurs de fixer leur choix parmi de multiples produits commerciaux et les services officiels eux-mêmes éprouvaient souvent des difficultés pour leur donner des conseils précis.

L'application de la loi du 12 mars 1935, sur la répression des fraudes en cette matière, ne résoud que partiellement la question, dont elle n'envisage que le côté chimique. L'activité insecticide d'un produit dépend en effet, non seulement de sa teneur en matière active, mais d'un ensemble de qualités, physiques et pharmacodynamiques, que le laboratoire de chimie ne peut évaluer qu'imparfaitement. Seuls, des essais biologiques organisés avec les plus grands soins doivent permettre de renseigner clairement les milieux agricoles sur la valeur des spécialités qu'on leur offre. A vrai dire, ce projet, déjà réalisé en Allemagne et en Suisse, se heurte à de grosses difficultés, à la fois dans sa réalisation technique et dans son organisation.

Point de vue technique.

Parmi ces difficultés, une des principales résulte de l'absence de méthodes biologiques tenant compte de tous les facteurs essentiels qui déterminent la valeur d'utilisation pratique d'un produit, et susceptibles, grâce à une description détaillée, de donner des résultats semblables entre les mains d'opérateurs différents. Les rares méthodes précisées jusqu'à ce jour en notre pays concernent surtout des essais comparatifs de laboratoire. L'idéal serait que l'essai agronomique d'un insecticide ou d'un fongicide, dont la plus grande part est biologique, puisse se faire dans des conditions aussi précises qu'une analyse chimique ou un essai physique. Certes, les phénomènes sont beaucoup plus complexes dans le domaine biologique, en raison surtout de l'intervention d'êtres vivants et de l'action des facteurs climatiques. Cependant, il est toujours possible, par une étude serrée de chaque cas particulier, de réduire au minimum ces causes d'erreur ou au moins d'évaluer leur importance. Ainsi, en Allemagne, le

travail de codification des méthodes d'essai est très avancé et le « Biologische Reichsanstalt » de Berlin-Dahlem a publié récemment un volume entier de ces techniques[1].

Organisation des essais.

Les méthodes biologiques supposées mises au point, il reste à résoudre une série de problèmes d'organisation.

Caractère facultatif des essais. — Il n'est pas souhaitable de donner aux essais un caractère impératif, comme c'est le cas pour le contrôle chimique exercé par la Répression des fraudes. En Allemagne même, où les solutions autoritaires sont appréciées, le contrôle est facultatif. C'est un point de vue qui ne paraît pas devoir soulever de discussion.

Nature du certificat donné par l'Administration. — L'Administration n'entend pas affirmer aux usagers que tel produit guérira à coup sûr telle maladie ou détruira en grand nombre certains insectes. Le certificat constate seulement qu'un échantillon de produit de composition déterminée, employé à certaines doses et dans des conditions bien connues, a donné des résultats qui, examinés comparativement, peuvent être considérés comme suffisants.

Répression des fraudes. — Le cas de fraude qui vient le plus facilement à l'esprit consisterait à vendre sous le nom de la spécialité essayée, un produit de valeur antiparasitaire moindre. Dans le cas où des soupçons se produiraient, l'investigation nécessaire pourrait se faire en deux temps : d'abord une analyse chimique rechercherait si le produit a la composition indiquée par le fabricant et la fraude tomberait sous le coup de la loi du 12 mars 1935. Si le produit est conforme chimiquement, un nouvel essai biologique montrerait s'il y a une différence d'efficacité notable entre l'échantillon soumis aux essais et les produits vendus par le fabricant.

Expérience faite dans le cas des produits antidoryphoriques.

Les principes indiqués ci-dessus devaient être soumis à l'épreuve des faits, avant qu'on puisse songer à les appliquer sur une grande échelle. Il a paru prudent de tenter, à titre d'expérience, la réalisation d'un contrôle limité à une seule catégorie de produits. On a choisi les produits antidoryphoriques, d'une part à cause de leur importance économique, d'autre part en raison de l'existence d'une technique d'essais biologiques sélectifs faits dans un cadre agricole. Cette méthode, mise au point en vue de l'étude des produits achetés par l'État au début de la lutte antidoryphorique, présente des caractères intermédiaires entre les méthodes d'essais comparatifs de laboratoire[2] et la pratique agricole elle-même. Elle a fait ses preuves pendant plusieurs années et ses détails sont donnés plus loin.

[1] W. Trappmann. Methoden zur Prufung von Pflanzen und Vorratschutzmitteln, P. Parey, éditeur, Berlin 1937.

[2] Les méthodes de laboratoire diffèrent assez selon le but des études poursuivies : sélection de toxiques, précision de formules pour un emploi agricole, études toxicologiques, etc. L'une d'entre elles a été déjà décrite partiellement dans l'étude : Recherches sur le Doryphore (J. Feytaud, *Ann. Épiphyties*, 1932) et une autre indiquée par R. Gros dans sa note : *Revue de Path. Vég. et Entom. Agr.*, t. XXI, p. 75-86, 1934 et XXII, p. 25-41, 1935.

De cette idée résulte l'arrêté ministériel du 28 février 1938 [1] qui organise les essais des antidoryphoriques dans le cadre du Laboratoire de Phytopharmacie. En outre, l'arrêté du 7 décembre 1938 crée un Comité consultatif qui établit la liaison entre l'Administration, les fabricants de produits et les milieux agricoles; à ce Comité seront soumis en principe les questions relatives à l'organisation générale des essais.

Généralités sur les produits commerciaux antidoryphoriques.

Un insecticide commercial résulte généralement du mélange d'une matière toxique pour l'insecte et de matières non toxiques destinées à diluer la première ou à améliorer son action et faciliter son emploi. Nous distinguerons ainsi dans chaque insecticide :

1. Une *matière active* (ou un groupe de matières actives);
2. Des *adjuvants* (mouillants, émulsifs, etc.);
3. Des *charges*.

L'immense majorité des produits utilisés actuellement en France dans la lutte contre le Doryphore cherche à tuer les insectes sur le feuillage même des plantes qu'ils sont en train de dévorer. Deux modes d'application sont seuls à considérer, les traitements purement gazeux étant inutilisés jusqu'à présent :

La *pulvérisation* qui consiste à projeter en fines gouttelettes un liquide qui est presque toujours une *bouillie*, c'est-à-dire une suspension de particules solides dans l'eau;

Le *poudrage* dans lequel on projette directement des particules solides constituant une poudre fine. Le poudrage emploie, sans aucune manipulation préalable, les produits livrés par l'industrie; dans la pulvérisation au contraire, ceux-ci doivent être dilués dans l'eau. Le poids de produit délayé dans un hectolitre d'eau constitue la *concentration* de la bouillie.

Les matières à délayer peuvent être des *liquides*, des *pâtes* ou des *poudres;* on appellera alors celles-ci des *poudres à délayer*, pour les distinguer des *poudres à poudrer* employées dans les traitements à sec.

Nous appellerons *taux d'épandage* le poids de produit commercial utilisé pour traiter un hectare de pommes de terre.

Les facteurs de la valeur insecticide.

La valeur insecticide d'un produit quelconque, considéré au point de vue de la pratique agricole, dépend de plusieurs facteurs :

a. La *toxicité* envers l'insecte considéré. Elle ne dépend que de la nature chimique du produit et peut varier énormément d'une espèce zoologique à l'autre; on ne doit donc parler de toxicité qu'à l'égard d'un insecte bien déterminé.

b. Les *possibilités d'épandage*. Une matière même très toxique pourra être inutilisable, s'il est impossible de l'épandre correctement sur les végétaux. Ce cas est exceptionnel, mais il arrive souvent que certains produits perdent une grande partie de leur valeur par

[1] Voir page 81.

suite de leurs difficultés d'emploi; c'est le cas, par exemple, des bouillies qui se sédimentent très rapidement. Ce facteur dépend essentiellement des propriétés physiques.

c. La *persistance de l'action insecticide.* Un produit agissant contre l'insecte pendant plusieurs semaines sera beaucoup plus intéressant, économiquement, que celui qui assure une forte mortalité aussitôt le traitement, mais devient inactif au bout de peu de jours. Différents éléments peuvent influer sur cette qualité : les propriétés chimiques de la matière active (stabilité en présence de la lumière et de l'atmosphère), ses propriétés physiques (volatilité, solubilité dans l'eau, etc.), les propriétés physiques des adjuvants qui permettent à la matière active déposée sur les plantes de résister aux influences extérieures.

Différents types d'essais biologiques.

On peut classer les essais biologiques en trois types :

Essai de laboratoire.

Il permet d'évaluer la toxicité d'une substance, produit chimique pur ou mélange commercial, en éliminant tous les autres facteurs de l'action insecticide.

Essai de plein champ.

Il consiste en principe à traiter normalement un champ dans les conditions de la pratique, avec une contamination naturelle ou artificielle. On juge de l'effet du traitement par l'évaluation de la récolte. Une telle méthode paraît séduisante : elle se heurte cependant à deux graves difficultés. D'une part, elle est très onéreuse et nécessiterait une organisation considérable, dès que le nombre de produits à essayer la même année dépasserait quelques unités. D'autre part, l'introduction dans l'expérience de nombreux facteurs étrangers à l'action insecticide (nature du sol, fumure, contamination, maladies de la pomme de terre, etc.) diminue de façon inacceptable la précision des résultats.

Essai parcellaire.

Il nous a paru possible d'éviter dans une large mesure les défauts des méthodes de laboratoire ou de plein champ, en faisant l'application des produits sur de petites parcelles de pommes de terre, dans des conditions aussi voisines que possible de celles de la pratique, tout en apportant aux essais la rigueur d'un travail de laboratoire. On peut juger ainsi de la valeur insecticide du produit, en tenant compte de tous ses caractères chimiques et physiques. Le phénomène observé étant la mortalité des insectes, l'imprécision due à l'interférence de nombreux facteurs culturaux disparaît.

C'est cette méthode, dite des *essais parcellaires,* qui est utilisée pour les essais d'efficacité des produits commerciaux (chap. III). Une technique de laboratoire, utilisée pour d'autres recherches, a été également mise au point (chap. IV).

* * *

Avant d'aborder l'étude de ces méthodes d'essais biologiques, nous dirons quelques mots de la biologie du Doryphore et de la façon de procéder à l'élevage des insectes nécessaires aux essais.

II. Bases biologiques des essais d'efficacité.

Les grandes lignes de la biologie du Doryphore. [1]

Les Doryphores adultes qui ont passé l'hiver enfouis dans le sol sortent au printemps sous l'action principale de l'élévation de la température. Ces premières sorties se produisent, sous le climat de la région parisienne, en avril ou en mai; on peut estimer

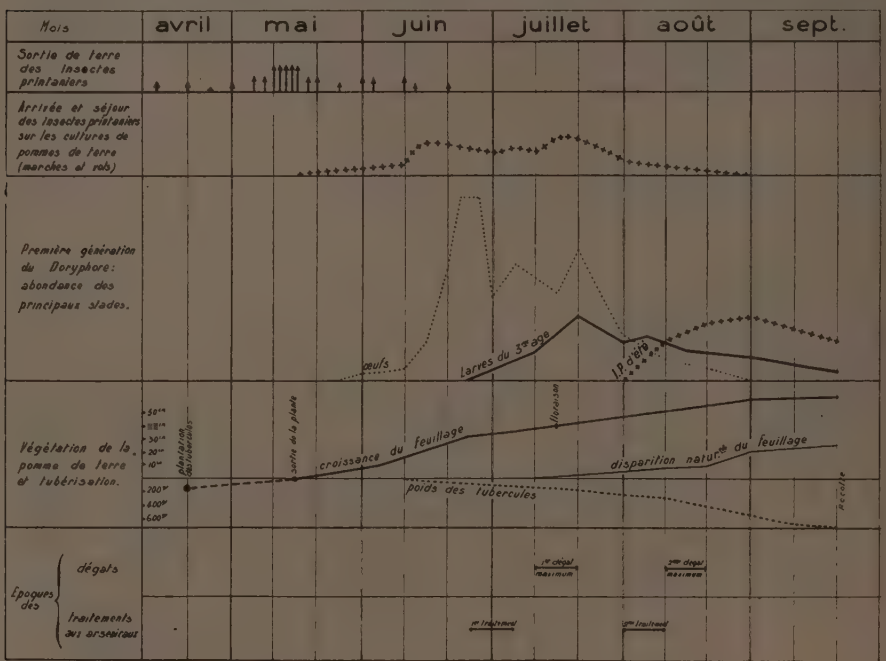


Fig. 1. — Rapports de l'évolution du Doryphore et des traitements.
(Ce graphique s'applique au Centre de la France et à la région parisienne.)

qu'elles sont déclenchées par une température de l'air se stabilisant au voisinage d'une moyenne de 15° pendant plusieurs jours.

Pontes de printemps.

Si ces insectes que nous appellerons *adultes printaniers* ne rencontrent pas de pieds de pommes de terre à leur sortie du sol, ils peuvent rester plusieurs semaines sans nourriture, rentrant sous terre à chaque refroidissement de l'atmosphère, se déplaçant par temps chaud jusqu'a ce qu'ils trouvent à se nourrir. Dans ces conditions, il y en a évidemment un nombre considérable qui périt.

Dès que les adultes ont trouvé des pommes de terre, ils commencent par s'alimenter de façon intense pendant plusieurs semaines, avec seulement arrêt pendant les périodes de refroidissement. L'accouplement a lieu pendant les belles journées ensoleillées qui se

[1] Évolution en plein champ.

rencontrent au cours de cette période, et la ponte commence peu après, c'est-à-dire dans un délai de dix à trente jours après les sorties, selon les caractères climatiques du printemps. Quand celui-ci est plutôt sec et ensoleillé, l'activité de l'insecte est augmentée.

Chaque femelle dépose au total, en plein champ, de 600 à 1.000 œufs, groupés par *pontes* de 20 à 50. Les œufs sont placés à la face inférieure des feuilles (ce qui les rend difficiles à détruire par les traitements chimiques). Les premières pontes printanières ont lieu surtout sur les feuilles basses des pieds de pommes de terre.

Après le début de la ponte, les insectes parfaits ont moins de besoins alimentaires et les dégâts qu'ils causent au feuillage sont moins graves. L'ensemble des œufs d'une femelle ne se trouve généralement pas déposé dans un même champ. Sous l'action d'une forte élévation de température et d'une insolation intense, les femelles, quel que soit leur état de ponte, se déplacent par marche et surtout par vol. Elles quittent ainsi les premiers champs utilisés au printemps et en recherchent d'autres. Ce sont surtout ces marches et ces vols printaniers qui assurent la contamination de régions encore exemptes de l'insecte. Lorsque le vent s'ajoute au facteur thermique précité, on constate des déplacements à longues distances.

La ponte s'effectue souvent en deux périodes séparées par quelques jours d'arrêt, chaque période durant de huit à quinze jours selon l'ambiance climatique. Certains individus sortent tard en saison; ils donnent des *pontes d'été* et même du début de l'automne qui font que, dans diverses régions, on a des larves d'une manière continue pendant presque toute la végétation de la plante. D'autres individus s'enterrent en été, après avoir donné quelques pontes, et ne reviennent en activité qu'au bout de plusieurs semaines et même de plusieurs mois. Enfin, si le temps est fréquemment froid et brumeux, les pontes printanières sont très échelonnées. Dans ce cas, les éclosions de larves, normalement réparties sur trois semaines pour la majorité d'entre elles, sont distribuées sur plus d'un mois ou un mois et demi.

Dans un champ de pommes de terre contaminé naturellement, la répartition des pontes est irrégulière; la chute des vols a lieu au hasard; les plantes jeunes retiennent en outre de préférence les pondeuses; enfin, les zones ombragées sont moins envahies. A noter que par temps froids et humides, les pontes peuvent être dévorées par les adultes ou par les larves précédemment écloses.

Larves de première génération.

L'éclosion des œufs demande de douze à huit jours suivant la température. Elle donne naissance aux *larves de première génération*. Celles-ci subissent, pendant leur vie aérienne, 3 mues qui permettent de distinguer dans leur existence 4 âges. La durée de chacun de ces âges est variable suivant la température. Voici les chiffres qu'on peut citer :

STADE DES LARVES.	DURÉE DE L'ÉVOLUTION EN PLEIN AIR.		
	Ordinaire.	Minima.	Maxima.
1er âge	5	4	7
2e âge	3 à 4	3	5
3e âge	4 à 5	3	7
4e âge (aérien)	8 à 9	7	12
Ensemble de la vie larvaire	20 à 23	17	31

Le développement le plus rapide correspond à une température moyenne de 30°, le plus lent à 15°. Peu après leur éclosion, les jeunes larves montent dans chaque touffe de pommes de terre pour se rassembler sur les extrémités des pousses. Elles sont alors

très vulnérables aux traitements. Les larves font une grande consommation de feuilles de pommes de terre. Pendant les vingt jours de son existence, chacune mange en moyenne 6 folioles et demi, pesant 0 gr. 8; pour une surface de 40 centimètres carrés. Les insectes parfaits, dont la durée de vie est beaucoup plus longue, mangent au total cinq fois plus; parmi eux, les femelles consomment deux fois autant que les mâles. L'alimentation des larves est plus intense la nuit que le jour; elle augmente également quand plusieurs individus sont rassemblés au même point.

La période de développement maximum des larves de première génération, qui correspond à la première période de grands dégâts causés aux pommes de terre, est, pour la moitié nord de la France, comprise entre le 20 juin et le 15 juillet.

Les larves du quatrième âge, ayant atteint leur grosseur maxima (poids de 150 milligr.), disparaissent brusquement : elles se sont enfouies dans le sol où, après une période de repos prénymphal de dix à cinq jours, elles muent pour donner des nymphes. Elles restent en cet état pendant huit à cinq jours, puis se transforment en adultes que nous appellerons *Insectes parfaits d'été*. Ceux-ci remontent bientôt au jour. Beaucoup de ces insectes, sous le climat de Paris, rentrent dans le sol et commencent leur repos (estivation, puis hibernation) dès le début d'août.

Pontes d'été.

Que se passe-t-il pendant ce temps dans les champs de pommes de terre? A la suite de l'enfouissement des larves de première génération, les plantes paraissent en général débarrassées de l'insecte, sauf de-ci de-là quelques grosses larves en retard sur les autres.

Mais, dès le milieu ou la fin de juillet, de nouveaux insectes parfaits réapparaissent. Ce sont en majorité des adultes de la génération d'été qui s'alimentent avidement, et avec eux, en petit nombre, des retardataires ou des printaniers réenfouis qui, sous le climat du Centre et du Nord de la France, donnent une nouvelle ponte d'ailleurs réduite. Dans le Midi, les premiers de ces insectes peuvent pondre eux aussi. Après cette période de grande alimentation, les adultes s'enterrent peu à peu pour passer l'hiver.

Normalement, les phénomènes déjà signalés se reproduisent sur les plantes avec les pontes tardives : éclosion et croissance des larves, dégâts causés au feuillage. Ces dégâts sont beaucoup moindres que ceux qu'on a constatés en juin-juillet. Les larves d'été, après avoir évolué comme celles de printemps, s'enterrent au moment où la végétation des pommes de terre touche à sa fin. Elles se transforment avant l'hiver en insectes parfaits, qui faute d'aliments, périssent, sauf cas particuliers.

Causes de mortalité naturelle chez le Doryphore.

Sous l'influence d'éléments naturels, les insectes peuvent diminuer de nombre rapidement dans les champs, parfois disparaître temporairement.

On remarque bien des fois des disparitions de pontes; elles ont eu lieu sous l'action précitée du cannibalisme, mais aussi à la suite de l'attaque des larves d'Hémérobes qui sont très friandes des œufs de Doryphores. Les mêmes prédateurs détruisent aussi des jeunes larves. Il en est de même de certaines Punaises.

Par temps froid, accompagné de pluie et de vent, il n'est pas rare de voir de nombreuses larves disparaître. Elles sont tombées à terre; certaines remontent, surtout les plus âgées, les autres périssent. L'ensemble des causes de mortalité naturelle pendant la vie aérienne des larves donne un déchet de 30 à 50 p. 100. Il faut y ajouter, pendant la vie souterraine, une nouvelle mortalité de 25 à 40 p. 100.

Influence de la température sur l'action insecticide.

Nous avons signalé à plusieurs reprises le rôle important joué par le facteur température dans l'évolution du Doryphore. Cette influence s'exerce d'une façon non moins nette sur l'alimentation des insectes, et le tableau suivant montre comment peut varier la quantité de matière consommée par les larves à différentes températures.

CONSOMMATION DE FEUILLES PAR LES LARVES DE DORYPHORE.

ÂGE DES LARVES.	TEMPÉRATURES MOYENNES.	SURFACES CONSOMMÉES EN 24 HEURES.
2e âge	14°–16°	0,1 cm²
3e âge	14°–16°	0,33 cm²
—	20°–22°	1 cm²
4e âge	14°–16°	1 à 2 cm²
—	18°–20°	3,5 à 4,2 cm²
—	20°–22°	5 cm²

Quand on emploie un insecticide d'ingestion, la quantité de matière toxique absorbée par l'insecte est évidemment proportionnelle à la consommation de feuilles et la mortalité varie ainsi beaucoup avec la température.

Dans le cas d'un insecticide de contact, la conclusion est la même, bien que le phénomène soit plus difficile à chiffrer : le poison agit beaucoup plus rapidement et les pourcentages de mortalité augmentent, quand la température est plus élevée.

Les élevages de Doryphores.

Les élevages ont pour but de fournir à l'expérimentation, au moment voulu, des larves de même âge et de mêmes conditions de croissance.

Périodes de pontes dans la nature.

Les pontes sont la base de l'élevage. Dans la nature, la seule grande période de ponte sur laquelle on puisse compter pour se procurer des larves, est échelonnée depuis le 1er juin jusqu'au 15 juillet. En mettant les dernières pontes du 15 au 20 juillet, les possibilités de production naturelle de larves deviennent très réduites vers les premiers jours d'août.

Techniques pour l'obtention des pontes.

Ramassage dans la nature. — Pendant la grande période de ponte, c'est uniquement par ramassage que l'on doit procéder. Dans les champs de pommes de terre contaminés, on détache les folioles portant des pontes et on les rapporte au laboratoire en évitant de les tasser. Il est facile, dans un champ de contamination moyenne, de ramasser de 30 à 40 pontes par heure.

Obtention des pontes par élevages. — Pendant la période creuse du mois d'août, il sera nécessaire d'avoir des élevages d'insectes parfaits pouvant pondre. On utilisera pour ces élevages des adultes printaniers que l'on empêchera de pondre en les ramassant dès leur sortie et en les remettant à la vie ralentie. Deux techniques peuvent être utilisées : conservation dans un abri à faible température; conservation dans un milieu de faible humidité.

Conservation des insectes parfaits à basse température

Le froid (12° maximum) empêche les insectes de pondre et ralentit leur activité. Les mortalités sont assez fortes, d'autant plus que les abris froids sont le plus souvent humides.

Il faut entourer les insectes de soins attentifs, faire des nettoyages fréquents, changer les rameaux d'alimentation deux fois par semaine, mettre les insectes peu nombreux sur un grand espace et sur un fond de sable ou de gravier.

Conservation en milieu de faible humidité.

Les insectes au printemps ont besoin d'une certaine quantité d'eau pour émerger du sol : si on abrite le sol des pluies, les insectes vont rester en repos aussi longtemps

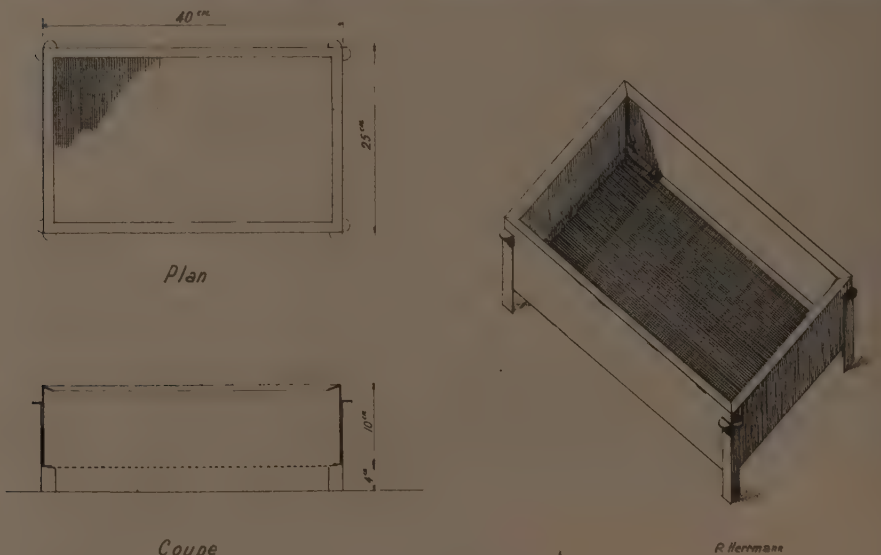


Fig. 2. — Boîtes d'élevage.

que l'on n'arrosera pas. Les mortalités sont encore assez fortes. A l'automne, on fait enfouir les insectes sous une cage métallique, et on laisse celle-ci à l'air jusqu'au printemps. En mai, on recouvre la cage d'une grande bâche qui abrite le sol sur plusieurs mètres carrés; on arrose le sol de quelques litres par mois, pour éviter un dessèchement complet, puis quand on a besoin des insectes parfaits, on arrose successivement plusieurs jours de suite. Ils ne tardent pas à remonter en surface et à ce moment on les utilise.

Élevage des insectes parfaits.

On se servira de cages en toile métallique, de $1 \times 1 \times 1$ mètre, de forme cubique, abritant 4 ou 5 pieds de pommes de terre contaminées par 25 insectes au maximum, ou de grandes cages de $3 \times 4 \times 1{,}50$ m. contenant 40 pieds de pommes de terre, contaminées par 150 insectes au maximum. Des toiles ou des claies pourront être déposées sur les cages pendant les fortes chaleurs. On arrosera les cages chaque jour si la

période est sèche; on fera tomber à terre les insectes qui auront pu grimper sur les parois. Le ramassage des pontes aura lieu au fur et à mesure de leur émission.

Conservation des pontes jusqu'à l'éclosion.

Pour préparer l'éclosion des œufs obtenus, on découpe les folioles autour des pontes, avec des ciseaux, puis on les range dans une boîte d'élevage (fig. 2) garnie d'une feuille de papier-filtre. Ces boîtes sont en zinc, avec un fond en toile métallique.

Si on opère en pièce fermée, il faut humidifier légèrement le local, ou encore disposer sur les pontes des feuilles de pomme de terre. On note sur les boîte la date de récolte et on les maintient à l'ombre. Pendant l'incubation, on enlève les feuilles qui pourrissent, on surveille les pontes, les asséchant au buvard si des moisissures (*Mucor*) se développent.

La température optimum est 18-20°. L'éclosion à cette température demande de six à huit jours au laboratoire.

Les larves.

A l'éclosion, les jeunes larves restent quelques heures sur les débris de la ponte. On prend alors les feuilles à la pince et, à l'aide d'un pinceau fin, on fait tomber les jeunes larves sur du feuillage frais que l'on a préparé dans une boîte d'élevage garnie de papier-filtre. On note sur la boîte la quantité approximative des larves et la date.

Chaque jour, ou tous les deux jours, on change le feuillage suivant qu'il est plus ou moins fané ou mangé. A chaque fois, on touche aux larves le moins possible et avec un pinceau. On évite de leur donner trop de feuillage. On note les changements d'âge sur la boîte et à force de manier les insectes, on arrive, au bout de quinze jours, à avoir une idée exacte de leur nombre. Pendant les périodes très chaudes, on change le feuillage deux ou trois fois par jour, car il se fane très vite et est refusé des larves. Celles-ci grandissant, on les distribue par 150 à 200 par boîte. Il faut éviter de mélanger des larves d'âges différents et d'en rassembler un trop grand nombre.

Les larves qui sont utilisées pour les essais sont celles du troisième âge et elles ont les caractéristiques suivantes :

Taille :

Longueur	6 à 7 millimètres.
Largeur	2,5 à 3 millimètres.
Poids	80 à 100 milligrammes.

Couleur : rose orangé à tête noire.

Vigueur : larves sensibles, marchant et mangeant bien. Très actives.

Les larves non utilisées seront conservées soigneusement, élevées jusqu'au quatrième âge, et on les fait se nymphoser en terre, dans une cage, pour l'obtention d'insectes parfaits de deuxième génération qui pourront servir pour les élevages ultérieurs.

Contrôle de vigueur.

Les larves devant servir aux essais sont soumises vingt-quatre heures à l'avance à un contrôle de vigueur. On les met en observation pendant une journée et on rejette celles qui ne mangent pas et paraissent manquer de vitalité.

Ce contrôle de vigueur permet d'éliminer des essais tous les insectes qui ne seraient pas dans des conditions physiologiques normales.

L'alimentation.

Les insectes parfaits et les larves se nourrissent de *S. tuberosum* et toutes les variétés cultivées en France sont bien mangées. Pour la production de 600 larves par semaine, on peut prévoir au moins un pied de pommes de terre par jour pendant la durée des chaleurs. De plus, il faut noter que dans les débuts, les plantes jeunes ont peu de feuillage. Il sera indispensable d'avoir 200 pieds répartis suivant trois époques de plantations :

1re époque : 15 avril, fournissant feuilles en fin juin-juillet	60 pieds.
2e époque : 15 mai, fournissant feuilles en juillet-août	80 —
3e époque : 25 juin, fournissant feuilles en août-septembre	60 —

Si l'on n'a point réalisé cet échelonnement, on offrira aux jeunes larves de fin août et septembre des feuillages de plantes âgées qui n'ont pas les mêmes propriétés nutritives et qui peuvent amener des perturbations dans la physiologie des insectes. De plus, cette méthode permet d'avoir du feuillage en septembre, alors que dans les cultures d'avril il ne reste plus rien.

On donnera de préférence les jeunes rameaux et les folioles coupées et maniées à la pince : moins on touchera avec les mains tout ce qui se rapporte aux insectes, moins les mortalités seront élevées.

III. Méthode officielle des essais de produits.

Essais parcellaires.

Principes généraux.

Notre méthode consiste à épandre une quantité mesurée du produit à essayer sur une surface déterminée d'un champ de pommes de terre, ou *parcelle*, contaminée artificiellement avec un nombre connu de larves de Doryphore, puis à mesurer l'action insecticide aussitôt le traitement, puis vingt jours après.

Plantes.

Tous les essais sont réalisés sur des pieds de pommes de terre appartenant à la même variété et ayant au moins 30 centimètres de hauteur.

Larves.

Les larves employées sont du troisième âge et proviennent d'un élevage fait spécialement au laboratoire. Elevées d'une façon identique, les larves se trouvent ainsi dans des conditions physiologiques très comparables, tant au point de vue résistance aux insecticides, qu'au point de vue besoins alimentaires.

Appareils.

Les appareils employés pour les essais sont identiques à ceux utilisés par les agriculteurs dans plusieurs de nos régions agricoles, à savoir : la poudreuse à dos (modèle

pour poudres roténonées) et le pulvérisateur à dos avec agitateur. Pour des raisons de commodité, cet appareil a été muni en outre de deux tubes de niveau latéraux, permettant la lecture des volumes épandus.

Climatologie.

Pendant la durée des essais, les principales conditions climatiques donnent lieu à des observations précises.

Mortalité naturelle des insectes ; parcelle témoin.

La mortalité naturelle des larves au cours de l'essai est connue grâce à une parcelle contaminée comme les autres, mais sur laquelle aucun traitement n'a été fait. On peut ainsi contrôler la vigueur des larves dans les conditions climatiques de l'expérience, et par suite, affirmer que les mortalités observées sont bien dues aux produits et non à toute autre cause.

Élimination des influences climatiques.

Nous avons vu précédemment l'influence que peuvent avoir les conditions climatiques et notamment la température sur la sensibilité des Doryphores aux poisons. Il est indispensable, pour obtenir des résultats comparables dans les essais, de pouvoir tenir compte de ces influences perturbatrices. On y parvient en utilisant, parallèlement à chaque essai de produits commerciaux, un *produit étalon* de composition bien définie, toujours semblable à lui-même, et dont la valeur insecticide pratique a été établie avec certitude par des expériences répétées et dans différentes conditions climatiques. Ce produit, à base d'arséniate diplombique, est étudié en détail à la fin de ce chapitre (p. 75).

Tout produit commercial étant essayé en même temps que le produit étalon, s'il arrive par exemple que des conditions climatiques diminuent la valeur insecticide de l'étalon, on pourra penser que celle du produit aura été aussi modifiée dans le même sens et il en sera tenu compte dans l'interprétation des résultats.

Travail par séries.

Les essais de produits antidoryphoriques sont faits par *séries* c'est-à-dire que plusieurs produits sont expérimentés le même jour. En dehors de l'intérêt qu'il y a à n'utiliser qu'un seul étalon et un seul témoin pour l'ensemble des produits d'une série, cette façon de procéder présente l'avantage de donner des résultats facilement comparables en plaçant tous les produits de la série dans les mêmes conditions climatiques.

Travaux sur un produit.

Ces travaux comprennent l'examen des propriétés qui déterminent la valeur insecticide pratique du produit, à savoir : la facilité d'emploi ; la mesure de la valeur insecticide pratique ; le comportement sur les plantes.

Facilité d'emploi.

Avant le traitement, on note la facilité de manutention du produit surtout en ce qui concerne son action possible sur les opérateurs (odeur irritante pour les organes, émission de poussières, etc.).

Dans le cas d'une poudre destinée à être employée en pulvérisation, on note la facilité

de délayage. La qualité de la suspension fait l'objet d'un essai spécial de sédimentation suivant une technique spécialement étudiée.

Pendant le traitement, on observe la facilité d'épandage (obstruction des jets des appareils, régularité, etc.).

Mesure de la valeur insecticide pratique.

Elle résulte des essais biologiques décrits plus loin. Il y a lieu de distinguer l'*action insecticide immédiate* et la *persistance d'action insecticide.*

Action insecticide immédiate. — Sur une parcelle de surface donnée, contaminée artificiellement avec un nombre connu de larves du troisième âge, on épand une quantité de produit exactement pesée et se rapprochant le plus possible de la dose indiquée par le fabricant. On épand pareillement le produit étalon sur la parcelle étalon, et on contamine une parcelle témoin dans les mêmes conditions que les deux autres parcelles traitées. On note le nombre de larves mortes et vivantes huit, trente-deux, cinquante-six et quatre-vingt heures après le traitement. Les mêmes observations sont faites sur la parcelle témoin.

Persistance d'action insecticide. — La mesure précédente, la plus importante, se complète par une autre permettant d'évaluer la durée de l'immunité conférée à la parcelle traitée, c'est-à-dire la persistance d'action insecticide. Celle-ci est évaluée par observation des mortalités obtenues à la suite d'une nouvelle contamination des parcelles déjà traitées, faite en principe vingt jours après le premier traitement. Les observations ont lieu huit, trente-deux, cinquante-six et quatre-vingt heures après la *recontamination.*

En cas de pluie, la date de la recontamination est avancée de un jour par 2 millimètres au tombée.

Comportement du produit sur les plantes.

Visibilité. — Huit heures après le traitement, on observe les traces laissées par le produit sur les feuilles, et on note leur visibilité.

Brûlures. — On observe soigneusement chaque jour les différentes parties de la plante afin de voir si le produit ne la brûle pas, et on indique, s'il y a lieu, le genre de brûlure constaté (taches, enroulement des feuilles, détachement des pétioles, etc.).

Les grandes lignes des travaux à faire sur un produit, qui viennent d'être indiquées, sont détaillées ci-après :

Détails de l'essai biologique.

Délimitation des parcelles.

On délimite des parcelles de 4 mètres de largeur sur 7 mètres de longueur, placées côte à côte, au moyen de piquets plantés à chacune des extrémités des rectangles formés.

Chaque parcelle comprend 5 rangs de pommes de terre dans sa largeur et environ 12 pieds sur chaque rang, soit environ 60 pieds par rectangle de 28 mètres carrés.

Les parcelles sont orientées dans le sens des sillons du champ; deux parcelles voisines ont leur plus petit côté commun; le plus grand côté est toujours séparé de la voisine par deux rangs de pommes de terre non traitées (fig. 3).

Isolement des pieds à contaminer ; pose des plateaux.

Dans chaque parcelle, on choisit les pieds de pommes de terre qui devront être contaminés. En principe, on prend le 2e pied du 2e rang, et l'avant-dernier du 4e rang, les deux pieds étant symétriques par rapport à la diagonale du rectangle (fig. 3). Au cas où l'une des plantes choisies n'aurait pas des

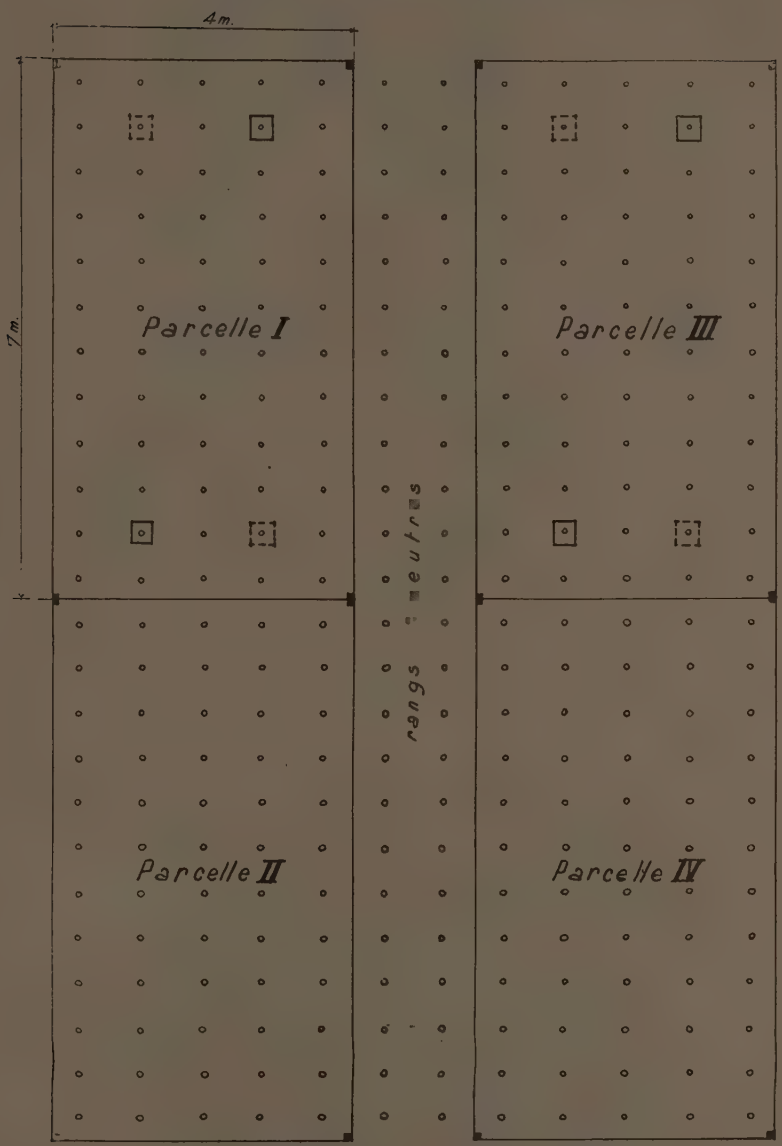


Fig. 3. — Disposition des parcelles d'essai.

dimensions correspondant à la moyenne de celles contenues dans la parcelle, on en choisirait une voisine.

On entoure chaque pied de pomme de terre, à la base, avec un plateau de bois, sorte de petite caisse présentant une ouverture centrale pour laisser passer les tiges (fig. 4). Un plateau a 45 centimètres de côté et 6,5 centimètres de profondeur; l'ouverture centrale a 10 centimètres de diamètre.

Par raison de commodité, chaque plateau a été coupé en deux parties symétriques qui sont réunies au moment de la pose.

Afin d'éviter la sortie ultérieure des larves par l'ouverture centrale, on obture celle-ci avec du plâtre.

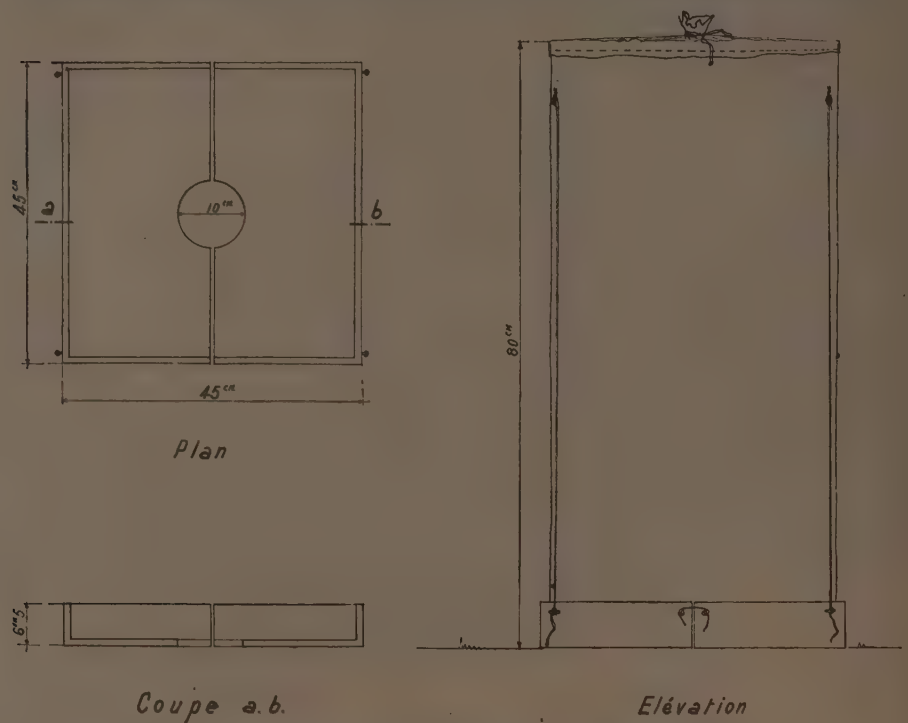


Fig. 4. — Plateau (à gauche) et cage montée sur son plateau (à droite).

Après séchage, on tamise de la terre dans le plateau de façon à former une couche de 4 à 5 centimètres d'épaisseur. La terre ainsi répandue a un double rôle; en premier lieu, elle sert de joint entre le plateau et la cage qu'on y adaptera; en second lieu, elle permet de se rapprocher davantage des conditions naturelles et de faire des observations sur l'enfouissement des larves.

Contamination. — Mise en place des cages.

La contamination a lieu le soir, environ douze heures avant le traitement.

Pour chaque pied de pommes de terre, on emploie 25 larves du 3e âge obtenues par élevage. On procède de la façon suivante : on prend des boîtes de Petri de 150 millimètres de diamètre, en nombre égal à celui des pieds de pommes de terre à contaminer. On place dans chaque boîte 4 petites folioles prélevées sur des plantes saines, puis 25 larves du 3e âge, et on referme les boîtes. Dans une boîte spéciale, on introduit une dizaine de larves qui serviront éventuellement à remplacer celles qui pourraient être perdues au cours de la contamination.

Pour contaminer un pied de pommes de terre, on prélève au moyen d'une pince les 4 folioles contenues dans une boîte de Petri et sur lesquelles presque toutes les larves se sont rassemblées; on les dépose en différents points du feuillage de la plante afin que les larves puissent se répartir plus facilement; on place de même les larves qui n'étaient pas sur les folioles.

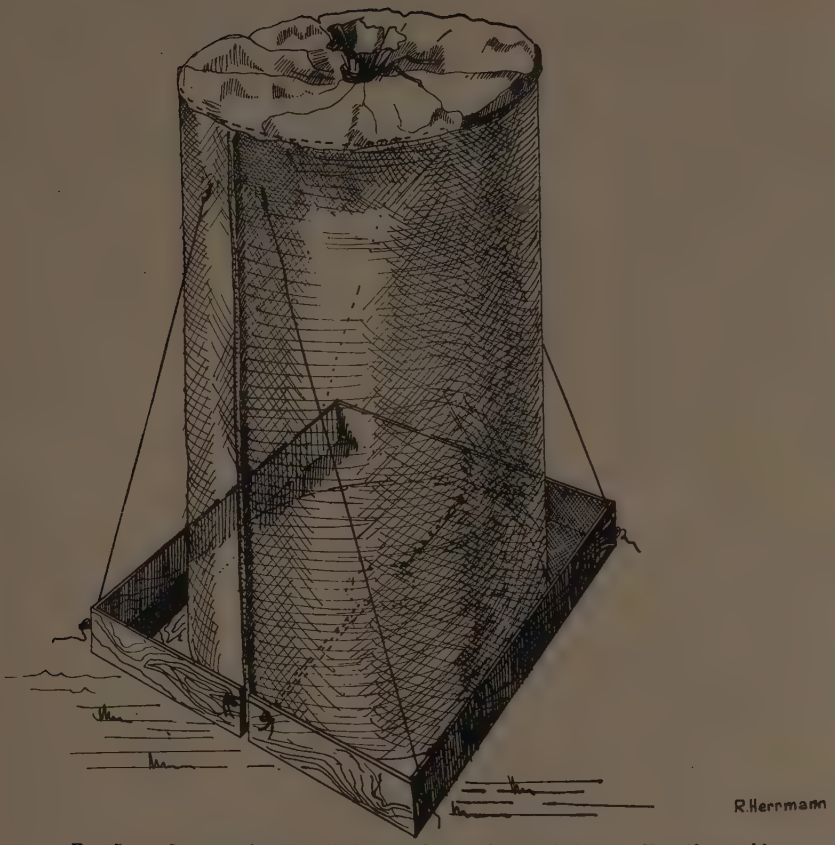


Fig. 5. — Cage et plateau utilisés dans les essais parcellaires. — Vue d'ensemble.

Fig. 6. — Vue d'une cage mise en place dans une parcelle.

Après avoir attendu quelques instants pour que les larves s'accrochent bien sur la plante, on entoure celle-ci avec une cage métallique cylindrique à mailles fines, de 45 centimètres de diamètre et 70 centimètres de hauteur (fig. 5 et 6), puis on enfonce le plus possible la partie inférieure de la cage dans la terre tamisée contenue dans le plateau, de façon à empêcher toute sortie des larves.

On fixe la cage sur le plateau au moyen de quatre cordonnets dont une extrémité est attachée à la partie supérieure de la cage, l'autre étant fixée à un piton vissé dans le plateau.

Préparation des fiches. — Calcul des quantités à épandre.

Pour chaque traitement, on utilise trois sortes de fiches (voir modèles ci-contre).

FICHE CLIMATIQUE.

Série..... :
Traitement.... :
Recontamination :

Temps au moment du traitement :

Insolation :
Vent :
Humidité des feuilles au traitement :
Caractères des plants (hauteur, diamètre, fanes) :

DATE.	TEMP. MINIMA.	TEMP. MAXIMA.	PLUIE EN M/M.	DATE.	TEMP. MINIMA.	TEMP. MAXIMA.	PLUIE EN M/M.

Fiche climatique. — Elle sert à noter différentes observations relatives aux conditions climatiques au moment du traitement : insolation, vent, température; ou à l'état des plantes : hauteur, diamètre, humidité des feuilles. Un tableau permet d'inscrire chaque jour jusqu'à la fin de l'essai, les températures minima et maxima, ainsi que les chutes de pluie en millimètre. Avant le traitement, on porte sur la fiche climatique le numéro de la série et la date à laquelle aura lieu le traitement.

Fiche de traitement. — Elle sert à noter d'une part les conditions d'applications, c'est-à-dire les quantités à peser et à épandre, et d'autre part, les quantités effectivement épandues. De plus, on consigne, sur cette fiche, des observations telles que : facilité de délayage des bouillies ; facilité d'épandage de la poudre ou de la bouillie ; dépôts sur les végétaux ; action sur les végétaux ; action sur les opérateurs.

FICHE DE TRAITEMENT.

Série :

N° du produit :

CONDITIONS D'APPLICATION.

Quantité à mettre à l'Ha :

Quantité à mettre sur parcelle :

Concentration :

Produit concentré :

Eau :

Technique particulière :

OPÉRATIONS.

Sur parcelle de m².

Pulvérisateur	Poudreuse.
Niveau { départ : / arrivée :	Poids { départ : / arrivée :
sur parcelle :	sur parcelle :

Quantité mise à l'Ha :

litres. | Poudre.

REMARQUES.

Préparation des bouillies :

(Facilité de délayage.)

Épandage de la bouillie ou de la poudre. Comportement dans les appareils :

(Obstruction des becs.)

Dépôt sur les végétaux.

Traces après 8 heures. { régularité : / visibilité :

Action sur les végétaux (brûlures) :

Action sur les opérateurs :

Opérateur :

Avant le traitement, on inscrit sur cette fiche : le numéro de la série, le numéro du produit et on remplit le cadre se rapportant aux conditions d'application.

Pour le calcul des quantités à épandre, on se conforme aux prescriptions données par les fabricants sur leurs fiches de déclaration de produits (voir p. 80). Dans le cas d'une bouillie, la quantité de poudre à peser devra correspondre à 7 litres de bouillie, volume adopté pour obtenir un fonctionnement normal du pulvérisateur.

Fiche de comptage. — Elle sert à noter le nombre de larves vivantes, malades et mortes pendant les quatre-vingt heures qui suivent le traitement et pendant les quatre-vingt heures qui suivent la recontamination.

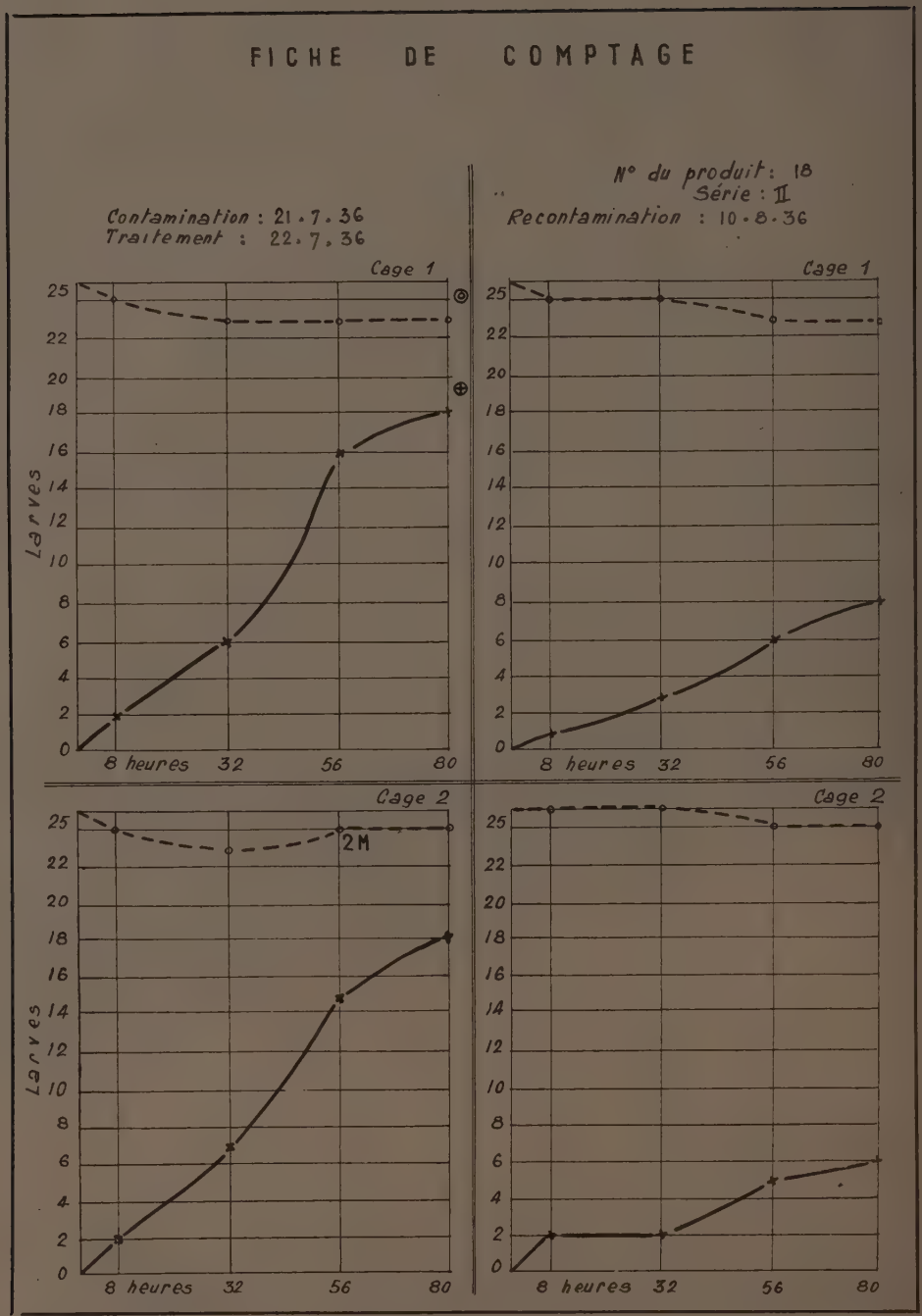


Fig. 7. — Modèle de fiche de comptage, avec la représentation graphique des résultats d'expérience.

– – –. Total des larves mortes et vivantes.

——— Larves mortes.

⊕ Larves mortes retrouvées au tamisage.

⊙ Larves vivantes retrouvées au tamisage.

Avant le traitement, on inscrit sur cette fiche le numéro de la série, le numéro du produit, la date de la contamination et celle du traitement.

Ces différentes fiches sont rassemblées en un cahier qui contient ainsi tous les renseignements sur la série.

Préparation du produit pour le traitement.

Dans le cas d'un produit destiné à être appliqué en pulvérisation, on met en suspension dans 1 litre d'eau la quantité de produit qui a été calculée sur la fiche de traitement, en se conformant au mode opératoire éventuellement donné par le fabricant.

Lorsqu'aucun mode opératoire n'est indiqué, on introduit le produit dans un mortier et on l'empâte avec de l'eau, jusqu'à obtention d'une pâte homogène; on étend peu à peu à 1 litre et on verse la suspension dans un flacon. On bouche avec un bouchon de liège et on colle une étiquette portant le numéro du produit. On note la facilité de manutention et de délayage sur la fiche de traitement. La suspension concentrée sera diluée à 7 litres dans le pulvérisateur même, au moment du traitement.

Dans un poudrier en verre muni d'un bon bouchon, on prélève un échantillon du produit pour examens physique et chimique ultérieurs. Une étiquette porte le numéro du produit, la date et le lieu de prélèvement.

Dans le cas d'un produit destiné à être appliqué en poudrage, aucune préparation n'est nécessaire, car la détermination de la quantité épandue se fait simplement par pesée de l'appareil avant et après traitement.

Application du produit en pulvérisation.

Les traitements ont lieu le matin à 7 heures, par temps non pluvieux; la rosée que l'on rencontre souvent sur les feuilles n'empêche pas de traiter.

Juste avant le traitement, on note sur la fiche climatique le degré d'insolation, la direction et la force du vent, la température, la hauteur et le diamètre moyens des pieds de pommes de terre à traiter, et enfin le degré d'humidité des feuilles.

On introduit 4 à 5 litres d'eau dans le pulvérisateur, puis la suspension concentrée préparée comme il a été dit. On rince soigneusement le flacon avec de l'eau et après avoir manœuvré plusieurs fois le piston de la pompe et établi une bonne circulation du liquide en circuit fermé, on place le pulvérisateur de façon à obtenir l'horizontalité de la surface du liquide, en s'aidant des deux niveaux gradués latéraux de l'appareil, et on étend exactement à 7 litres avec de l'eau. On fait de nouveau circuler le liquide pour obtenir une suspension bien homogène. Sur la fiche de traitement, on inscrit le volume du liquide lu sur les niveaux.

Sur une étiquette en bois munie d'un fil de fer, on inscrit le numéro de la série et le numéro du produit. On fixe l'étiquette sur le premier piquet — côté droit — de la parcelle, dans le sens où se fait le traitement.

Un aide enlève avec précaution la cage qui recouvre le premier pied contaminé, et pendant qu'il vérifie que toutes les larves sont bien sur le feuillage, l'opérateur commence à pulvériser successivement tous les pieds de la parcelle en traitant le pied contaminé de la même façon que les autres. L'aide replace la cage sur le plateau et enlève la deuxième cage; il effectue la même vérification que pour la première, et il replace la cage dès que l'opérateur a traité le pied contaminé.

La parcelle étant entièrement traitée, on lit sur le niveau le volume de liquide restant dans l'appareil et on en déduit le volume de bouillie épandue. Si celui-ci est trop faible, l'opérateur traite de nouveau toute la parcelle en opérant exactement comme la première fois et en ayant soin de pulvériser la même quantité de bouillie sur tous les pieds.

On mesure exactement le volume final du liquide et on inscrit le chiffre lu sur la fiche de traitement au-dessous du chiffre indiquant le volume avant traitement. La différence entre les deux chiffres représente le volume de bouillie épandue sur la parcelle. Les observations à noter immédiatement sur la fiche de traitement se rapportent à la facilité d'épandage et à l'action sur les opérateurs.

Cas d'un poudrage.

On introduit environ 2 kilogrammes de poudre dans la poudreuse, on donne quelques coups de piston pour nettoyer le tube de caoutchouc et la lance, puis on pèse l'appareil. On note le poids sur la fiche de traitement. On traite la parcelle comme dans le cas d'une bouillie et on pèse de nouveau. On inscrit le chiffre au-dessous du premier, la différence donne le poids de poudre épandue. Lorsque la vitesse du vent est assez grande pour risquer d'entraîner le nuage sur les parcelles voisines, on évite cet inconvénient par l'emploi d'une grosse toile fixée à des piquets, avec laquelle on constitue un écran d'environ 1 m. 50 de hauteur.

Comptages

On fait quatre comptages espacés de vingt-quatre heures, le premier se faisant huit heures après le traitement.

L'opérateur enlève la cage avec précaution et s'assure que des larves ne se trouvent pas à l'intérieur du grillage. S'il y en a, il en note le nombre et les replace sur la plante. Il note également le nombre et l'état des larves tombées à terre dans le plateau. Enfin, il compte les larves qui sont sur le feuillage et totalise le nombre de larves vivantes, malades et mortes.

Les résultats sont notés graphiquement sur la fiche de comptage. Sur le quadrillage, on porte en ordonnée le nombre de morts (×). A partir de ce point, pris comme origine, on porte le nombre de vivants (o); on inscrit à côté par un chiffre suivi de la lettre M le nombre de malades compris dans les vivants. En réunissant les différents points obtenus, on obtient la courbe des larves mortes, et celle du total des larves retrouvées à chaque comptage.

L'opérateur introduit les larves mortes dans un petit tube de verre qui est laissé au pied de la plante et il replace la cage sur son plateau.

Observations à faire pendant les comptages. — Au premier comptage, c'est-à-dire huit heures après le traitement, on observe le dépôt du produit sur les végétaux au point de vue régularité d'épandange et visibilité. On note également à chaque comptage les brûlures éventuelles du feuillage. Ces différentes observations s'inscrivent sur la fiche de traitement.

Tamisages.

Les tamisages ont lieu vingt-quatre heures après le dernier comptage. Leur but est de rechercher les larves mortes ou vivantes qui pourraient être mélangées à la terrre.

Par petites portions, on retire la terre du plateau et on la verse dans une autre boîte de 30 × 30 cm. dans laquelle on peut facilement examiner si la terre renferme des larves.

Le nombre de larves mortes et vivantes retrouvées au tamisage est inscrit sur le graphique et vient s'ajouter respectivement au nombre de larves mortes et vivantes du dernier comptage. Les larves mortes retrouvées au tamisage sont indiquées par le signe ⊗; les larves vivantes, par le signe ⓞ.

Recontamination.

Sur la fiche climatique est inscrit le nombre de millimètres d'eau tombée depuis le traitement; on s'y reporte pour fixer la date de la recontamination.

Après les tamisages, on enlève les plateaux pour les placer sous de nouveaux pieds pris dans la même parcelle. On choisit l'avant-dernier pied du 2e rang et le 2e pied du 4e rang (fig. 3).

La recontamination se fait le matin à 8 heures, en procédant absolument comme dans le cas d'une contamination, avec 25 larves du 3e âge par pied de pommes de terre. On inscrit la date de la recontamination sur la fiche de comptage.

On fait 4 comptages, puis un tamisage, espacés de vingt-quatre heures, le premier comptage ayant lieu huit heures après la recontamination. Les résultats sont inscrits sur la fiche de comptage dans la colonne des recontaminations. Les observations à faire se rapportent à l'action du produit sur le feuillage, à l'état végétatif des plantes, etc.

Organisation d'une série d'essais.

Une *série* comprend une dizaine de produits, l'étalon et un témoin. On incorpore dans la même série des produits ayant le même mode d'application. De plus, on groupe toujours les produits présentant une certaine similitude dans leur composition chimique. Le produit étalon est naturellement employé en poudrage ou en pulvérisation, suivant le mode de traitement de la série.

Avant le traitement, on prépare toutes les fiches nécessaires, soit :

1 fiche climatique;
1 fiche de traitement par produit;
1 fiche de traitement pour l'étalon;
1 fiche de comptage par produit;
1 fiche de comptage pour l'étalon;
1 fiche de comptage pour le témoin.

Les différentes fiches sont rassemblées en un cahier qui contient ainsi tous les renseignements sur la série.

Le traitement a lieu sans interruption, afin de bénéficier des mêmes conditions climatiques pour tous les produits.

Dépouillement des résultats.

Calcul de la mortalité.

Quand tous les essais de la série ont été réalisés suivant le mode opératoire décrit au paragraphe 4, et que les résultats des différentes parcelles ont été notés, on calcule le pourcentage de mortalité obtenu dans les deux cages aux différents relevés. Ce calcul est fait en prenant pour base le nombre total des insectes retrouvés (morts ou vivants). Par exemple, si le premier pied donne 15 morts et 7 vivants, et le deuxième pied 16 morts et 8 vivants, le pourcentage de mortalité sera, à ce relevé, de :

$$\frac{(15+16)\times 100}{15+7+16+8} = 67 \text{ p. } 100.$$

Il arrive en effet fréquemment que le total des insectes retrouvés soit inférieur au nombre des individus utilisés pour la contamination. Les *disparus* sont, soit des larves qui ont réussi à sortir de la cage malgré toutes les précautions prises, soit des larves tuées, desséchées rapidement et difficiles à retrouver parmi les particules de terre. Il est pratiquement impossible de dire si les disparus sont des vivants ou des morts, et il semble bien qu'il s'y trouve une certaine proportion de vivants et de morts. Le calcul le plus exact consiste donc à rapporter le chiffre de morts, non aux 50 larves utilisées par parcelle, mais au total des larves trouvées mortes ou vivantes.

Représentation graphique.

Les résultats de chaque produit sont traduits en un graphique portant en abcisse les heures des relevés et en ordonnée les pourcentages. On y fait figurer en même temps les courbes de mortalité données par l'étalon et le témoin de la série. Les pourcentages de mortalité obtenus à la recontamination y sont portés également.

Cette représentation permet d'évaluer d'un seul coup d'œil la valeur insecticide du produit relativement à celle de l'étalon et en tenant compte de la mortalité naturelle.

Stade de l'insecte à soumettre à l'expérimentation.

Les principaux traitements des champs de pommes de terre sont faits sur les jeunes larves. Chacun des autres stades présente moins de facilité de destruction : les adultes, à cause de l'irrégularité de leur alimentation et de leur résistance aux insecticides de contact; les œufs, en raison de leur position à la face inférieure des feuilles; les larves du quatrième âge, parce qu'elles sont proches de la période de nymphose et qu'elles sont souvent amenées à s'enterrer à la suite d'un traitement, échappant ainsi au produit.

Il était normal que les essais d'efficacité fussent effectués sur la forme de l'insecte spécialement visée dans les traitements agricoles. Les raisons indiquées ci-dessus subsisteraient d'ailleurs, pour rendre délicates des observations sur les insectes parfaits, les œufs ou les grosses larves. D'autre part, les larves du premier âge et du deuxième âge devaient être écartées en raison de leur trop grande sensibilité. L'alimentation des

larves du troisième âge est très constante; chez celles du quatrième âge, au contraire, elle peut varier du simple au double en 48 heures, et redevient presque nulle les derniers jours. Toutes ces raisons ont amené à faire les essais sur les larves du troisième âge.

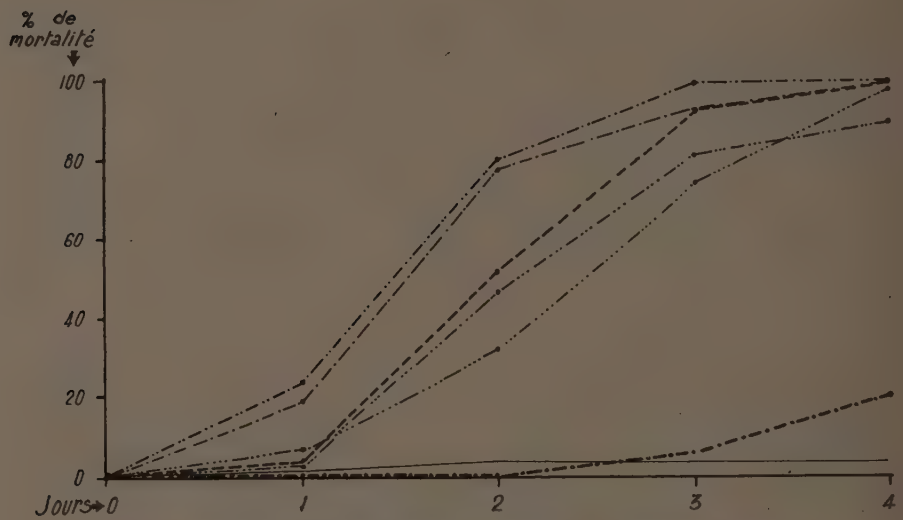


FIG. 8. — Sensibilité des différents stades du Doryphore à un traitement arsenical.

Larves du 1er âge.
Larves du 2e âge.
Larves du 3e âge.
Larves du 4e âge.
Insectes parfaits au jeûne.
Insectes parfaits alimentés.
Moyenne des témoins.

Une expérience a été faite au moyen du produit étalon pour comparer la sensibilité des différents stades du Doryphore. Les insectes ont été alimentés au laboratoire avec des feuilles de pommes de terre traitées par une bouillie à 2 p. 100, dans les conditions précédemment définies. Parmi les adultes, certains avaient été alimentés normalement, d'autres laissés au jeûne depuis vingt-quatre heures. La figure 8 indique les pourcentages de mortalité obtenus.

On voit que les premier et deuxième âge sont moins résistants que les troisième et quatrième. Parmi les adultes, la sensibilité varie beaucoup, selon qu'ils ont plus ou moins d'appétit.

Nombre de pieds utilisés pour les comptages.

L'expérience a montré que si quatre pieds de pommes de terre étaient contaminés et examinés dans chaque parcelle, la mortalité moyenne obtenue fournirait un chiffre tout à fait rigoureux. En ne considérant que deux pieds, l'exactitude diminue un peu, mais cet inconvénient est largement compensé par la possibilité d'opérer sur des insectes parfaitement connus : il vaut mieux travailler sur un nombre d'insectes moindre et porter au maximum la précision du travail.

Etude du produit étalon.

Choix du produit.

Un produit étalon est, par définition, un produit qui doit rester toujours identique à lui-même, et servir de terme de comparaison pour les différents composés soumis aux essais.

Il importe donc qu'il contienne des matières chimiques faciles à obtenir, et de composition bien définie. Dautre part, il doit se rapprocher autant que possible des produits commerciaux les plus utilisés. On a été ainsi amené à choisir un composé du groupe des arsenicaux, qui étaient les seuls utilisés contre le Doryphore au moment où la formule de l'étalon a été établie et qui constituent encore les produits de base de la lutte antidoryphorique. Entre l'arséniate de plomb et l'arséniate de chaux, le premier a été retenu de préférence, parce qu'il correspond à une formule chimique définie et que sa fabrication industrielle donne des produits beaucoup plus constants que celle de l'arséniate de chaux.

On a jugé préférable, d'autre part, de se servir du même étalon pour les poudrages et pour les pulvérisations, ce qui permettait d'établir des comparaisons utiles entre les deux procédés d'application.

La teneur en arsenic de l'arséniate diplombique industriel étant voisine de 20 p. 100, on l'a dilué d'environ moitié dans le kaolin, pour l'emploi en poudrage; le même mélange délayé dans l'eau, donnait des suspensions suffisamment stables et pouvait être utilisé en pulvérisation. Ce produit ne devait pas présenter des qualités optima, mais se classer dans la moyenne des spécialités commerciales.

Spécifications de l'arséniate étalon.

La définition chimique de l'étalon peut être établie comme suit :

1. Arséniate diplombique contenant au moins 95 p. 100 d'AsO^4PbH chimiquement pur : quantité suffisante pour que le produit contienne 50 p. 100 d'AsO^4PbH, soit 10,8 p. 100 d'As.

2. Kaolin de densité apparente inférieure à 0,5, et ne contenant que des traces de fer et de carbonates : quantité suffisante pour compléter à 100.

La teneur en As étant exactement de 10,8 p. 100, la teneur correspondante en Pb devrait être de 29,8 p. 100; on admettra une tolérance de 3 p. 100 pour ce dernier élément.

Autres caractères exigés :

Finesse : le mélange passe sans refus au tamis de 200;
La densité apparente du mélange est de 0,500;
Teneur en As soluble : 0,5 p. 100 au plus;
Humidité : inférieure à 0,5 p. 100.

Caractères de sédimentation de la suspension aqueuse. — Une suspension contenant 2 p. 100 du produit étalon est fortement agitée, puis versée dans une éprouvette sur une hauteur de 20 centimètres; elle se sépare en deux couches, la supérieure translucide, l'inférieure opaque, coutenant l'arséniate. La couche inférieure présente une hauteur de 10 centimètres six minutes après la fin de l'agitation. (Cette tenue en suspension est mauvaise, ce qui s'explique facilement, puisqu'on n'a ajouté à l'arséniate aucune substance susceptible de l'améliorer.)

Il importe de constituer une réserve de produit étalon pouvant durer plusieurs années. Quand on doit la renouveler, on s'adresse au même fournisseur, et on vérifie que la nouvelle livraison est semblable à l'ancienne aux points de vue physique, chimique, et toxicologique.

Valeur insecticide de l'étalon.

On a étudié, avant de choisir le type d'étalon précédemment défini, une quinzaine de mélanges, ayant tous la même teneur en arséniate diplombique, mais différant soit par la nature de la matière non insecticide ajoutée (kaolin, talc ou stéatite, carbonate de chaux, sel de cuivre, etc.), soit par le fournisseur du produit.

Les essais effectués sur ces échantillons ont montré que le maximum de régularité dans l'action insecticide était obtenu avec les mélanges arséniate de plomb-kaolin. C'est pourquoi ce type a été choisi comme étalon.

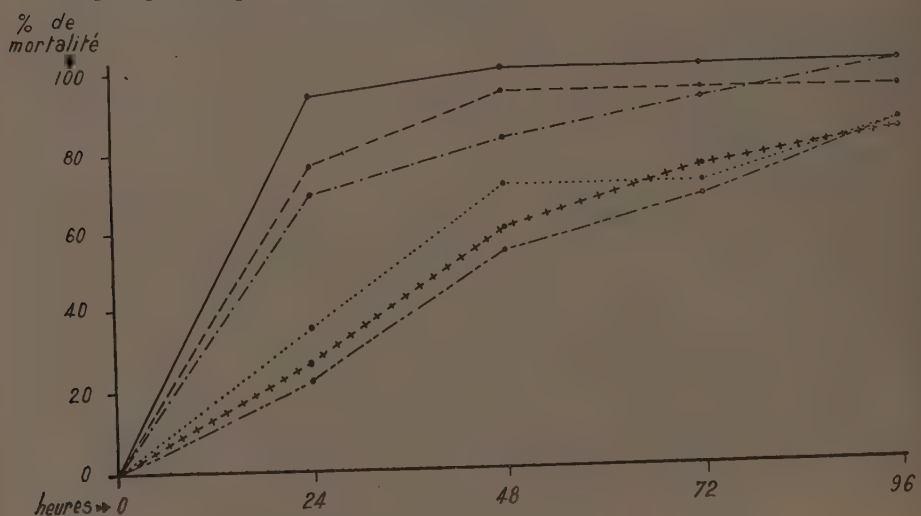


Fig. 9. — Variation d'efficacité du produit étalon en fonction de la température.

Traitement du 3 août. ..... Traitement du 7 juillet.
— 6 août. +++++++++ — 14 septembre.
— 29 août. ..._..._... — 30 juin.

Variations d'efficacité au cours d'une saison.

Le graphique 9 représente les mortalités données par l'arséniate étalon, au cours d'applications faites successivement, du 30 juin au 14 septembre. Les pulvérisations étaient faites à la concentration de 2 p. 100, dans les conditions normales des essais parcellaires.

Les températures maxima et minima, journalières, étaient les suivantes pendant les différentes périodes d'essai (moyennes de 4 jours) :

	MAXIMUM.	MINIMUM.
	—	—
Application du 30 juin	21°	9°
Application du 7 juillet	25°	13°
Application du 3 août	29°	10°
Application du 6 août	34°	14°
Application du 29 août	27°	11°
Application du 14 septembre	24°	8°

Les pluies pendant la durée des essais ont été négligeables.

On voit que l'action insecticide de l'étalon est en rapport direct avec la température. C'est d'ailleurs la rapidité de l'effet mortel qui varie, plutôt que la mortalité totale en quatre jours. Les courbes de la figure 9 montrent entre quelles limites peut varier l'action du produit étalon, pendant l'ensemble de la période où il est possible de faire des essais sur des larves.

Il est donc légitime d'évaluer l'action des produits commerciaux en les comparant à celle de l'étalon, même si ces essais sont répartis sur toute la durée de l'été.

Si on fait plusieurs essais simultanés de l'étalon, en réalisant ainsi des conditions climatiques identiques, les variations de la mortalité en quatre jours, sont de l'ordre de 5 p. 100.

A l'intérieur d'une série, faite le même jour, les produits peuvent être comparés entre eux directement. D'une série à une autre, on les comparera en fonction des résultats de l'étalon.

IV. Les essais de Laboratoire.

Principe.

Les essais de laboratoires sont effectués sur insectes isolés; ils rendent possible une observation plus détaillée que les essais parcellaires. Ils permettent de suivre l'intoxication de beaucoup plus près, mais sont surtout applicables aux insecticides agissant par ingestion. Le principe consiste à nourrir des insectes isolés au moyen de feuilles de pommes de terre traitées de façon connue, et à noter, d'une part l'intensité de l'alimentation, d'autre part l'état de santé des insectes.

Technique opératoire.

Traitement des pommes de terre. — On passe à la bouillie ou au poudrage une surface connue de culture : 28 mètres carrés (rectangle de 7 m. $\times$ 4 m., et qui équivaut à 5 rangs). Les quantités épandues correspondent aux doses à épandre à l'hectare. Pour le détail des opérations, on se reportera au chapitre précédent.

Larves. — Les larves choisies sont du troisième âge et ont les caractéristiques déterminées au chapitre élevage. Vingt-quatre heures avant l'essai, chaque larve est soumise à un contrôle de vigueur et d'alimentation. A chaque série, on prépare 20 p. 100 de larves en supplément, contrôlées, et qui remplaceront celles dont le contrôle aura montré qu'elles ne conviennent pas par défaut de vigueur.

Prélèvement du feuillage. — Les larves sont alimentées tous les jours avec du feuillage frais. On le donne à la même heure, et en principe après le relevé journalier qui, de préférence, se fait le soir.

Dans les parcelles traitées, on choisit sur des pieds traités d'une manière normale, des rameaux pris dans le haut et dans le bas de plante. Ces rameaux sont déposés dans des boîtes étiquetées au numéro de la parcelle. On se servira de ces boîtes pour la même parcelle pendant toute la durée de l'essai. On rejettera le feuillage jauni ou desséché.

Au laboratoire, on reprend chacun des bouquets d'où l'on détache dix folioles avec des pinces et des ciseaux. Chaque foliole est examinée : celles qui sont déjà mangées et qui auraient été déchiquetées sont rejetées. Au besoin, on égalise le contour des folioles avec des ciseaux.

Technique de contamination. — On utilise le dispositif suivant : un cristallisoir contenant une petite quantité d'eau est fermé au moyen d'une mousseline fine que l'on maintient convenablement tendue à l'aide d'un anneau de caoutchouc. On place la larve à examiner et la feuille traitée sur la mousseline et on recouvre d'un petit cristallisoir en verre mince (fig. 10). Ce sont les chercheurs allemands travaillant au Laboratoire d'Ahun (Creuse) qui nous ont montré cette technique dont nous n'avons eu qu'à nous louer.

On réalise ainsi un dispositif simple permettant la bonne conservation du feuillage par temps chaud, grâce à l'humidité entretenue par l'eau du cristallisoir. On peut, au besoin, remplacer ce matériel assez coûteux par de simples verres à boire, dans lesquels on déposera les larves et les feuilles traitées; mais dans ces conditions, celles-ci se dessèchent plus rapidement.

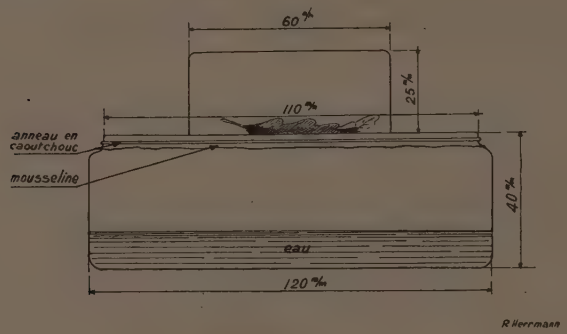


Fig. 10. — Dispositif utilisé pour les essais de laboratoire.

Organisation d'un essai et d'une série. — Chacun de ces appareils est contaminé par une larve. Pour l'essai d'un seul produit, on utilise 30 larves, dont 10 pour le produit, 10 pour l'étalon et 10 pour le témoin. Les essais de différents produits sont généralement groupés dans une seule série, comprenant le produit étalon et le témoin.

Observations et relevés.

Les relevés se font le soir à 6 heures, avant le changement des folioles, et le plus souvent, on opère à deux, l'un observant et relevant, l'autre opérateur changeant le feuillage au fur et à mesure. On relève la surface consommée par les larves en donnant un chiffre basé sur le barème suivant :

Δ Mordillements;
1. Morsures;
2. Fortes morsures;
3. Foliole 1/2 consommée;
4. Foliole aux 3/4 détruite,
5. Foliole entièrement mangée.

On note en même temps l'activité de la larve au moment du relevé :

Mg : mangeant;
I : immobile;
Cir : circulant;
Mal : malade;
M : morte.

Ces relevés sont faits sur des feuilles spéciales (voir modèle) et durent quatre jours. Le cinquième jour, les larves qui ne sont pas mortes, sont alimentées avec des folioles non traitées et le relevé constitue un contrôle de vigueur.

ESSAIS DE LABORATOIRE.

N° du produit :

Contrôle vigueur :

Traitement :

Contamination :

1er repas :

2e repas :

3e repas :

4e repas :

LARVES N°	CONTROLE VIGUEUR.	REPAS I.	REPAS II.	REPAS III.	REPAS IV.	CONTROLE VIGUEUR ÉVENTUEL.	REMARQUES.
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							
6.							
7.							
8.							
9.							
10.							

Résultats.

On détermine le pourcentage de mortalité totale et on peut mettre en évidence la rapidité d'intoxication par une courbe graphique. On peut également observer éventuellement une action répulsive des produits.

V. Réalisation pratique des essais.

Le contrôle des produits antidoryphoriques a été créé par l'arrêté ministériel du 28 février 1938 qui prévoit que les essais seront effectués à la demande et aux frais des fabricants, et seront sanctionnés par la délivrance d'un bulletin donnant la conclusion des résultats obtenus.

Les détails de la réalisation des essais sont soumis à un Comité consultatif composé de fonctionnaires et de représentants des fabricants, des agriculteurs, des services d'hygiène. Les membres de ce Comité ont été nommés par l'arrêté ministériel du 7 décembre 1938.

Des décisions ont été prises aussitôt, en ce qui concerne le règlement des essais, et la forme à donner aux bulletins d'essai (voir plus loin). On peut donc résumer ainsi qu'il suit les opérations successives que comportent les essais de produits antidoryphoriques :

1. Le fabricant adresse une *demande* au **Laboratoire de Phytopharmacie, route de Saint-Cyr à Versailles**, avant le 1er février de chaque année. Il indique notamment le nombre de produits qu'il désire soumettre aux essais;

2. Sur avis du Laboratoire, le fabricant adresse à celui-ci un *échantillon* de chaque produit (de 2 à 6 kilogr.) et une *fiche* indiquant le nom du produit, sa composition, le pourcentage en matière active, et le mode d'emploi. Il s'engage à ne vendre, sous le nom indiqué, que des produits identiques à l'échantillon;

3. Une partie de l'échantillon est conservé à Versailles dans son emballage d'origine; une autre partie sert aux analyses chimiques et aux essais physiques permettant une identification rigoureuse du produit. Enfin, la quantité nécessaire est envoyée sous un simple numéro au Laboratoire d'Ahun où ont lieu les essais biologiques [1];

4. Le fabricant verse, dans les conditions indiquées par le Ministère de l'Agriculture, une somme de 1.200 francs par spécialité essayée;

5. Les essais sont effectués aux doses indiquées par les fabricants;

6. Les résultats des essais sont présentés, sous une forme résumée, au Comité consultatif qui est juge de la décision à prendre. Les produits sont classés dans deux catégories, selon qu'ils sont estimés satisfaisants ou non pour la lutte contre le Doryphore. En principe, sont refusés, d'une part les produits qui se sont montrés inapplicables, à cause de leur nocivité pour les opérateurs ou pour les plantes, ou de leurs qualités physiques très mauvaises, d'autre part ceux qui ont donné une action insecticide immédiate inférieure à celle de l'arséniate étalon. Pour tenir compte des variations expérimentales, une efficacité inférieure de 10 p. 100 à celle de l'étalon est tolérée;

7. Les *Bulletins d'essais* sont rédigés conformément au modèle reproduit plus loin. Ils indiquent la richesse des produits en matière active, et les doses d'emploi. En ce qui concerne ces deux points, les indications portées sur les emballages doivent être conformes à celles du Bulletin.

Résumé.

Cette étude expose les données sur lesquelles est basée l'organisation des essais d'efficacité des produits antidoryphoriques. Elle rappelle notamment les grandes lignes de la biologie du Doryphore. La méthode officielle d'essai est décrite en détail, ainsi qu'une méthode de Laboratoire utilisée pour des recherches théoriques. Le fonctionnement pratique des essais est enfin exposé dans ses grandes lignes.

[1] Le Laboratoire est installé depuis plusieurs années sur les terrains dépendant de l'École d'Agriculture d'Ahun (Creuse).

Annexe.

Législation relative aux essais.

I. Arrêté du 28 février 1938.

Article premier. — Le Laboratoire de Phytopharmacie du Centre national de Recherches agronomiques est chargé d'assurer le contrôle de l'efficacité des produits insecticides commerciaux utilisés dans la lutte contre le Doryphore.

Art. 2. — Les frais d'expérimentation desdits produits seront couverts par les fabricants ayant sollicité les essais par versement préalable de fonds de concours dans les conditions qui seront fixées par l'Administration, sur la proposition du Directeur du Laboratoire.

Art. 3. — Pour chaque produit expérimenté, les conclusions des essais seront indiquées dans un *Bulletin de contrôle* délivré au fabricant. Ce Bulletin portera en outre les indications nécessaires à l'identification du produit.

Art. 4. — Le Directeur de l'Agriculture est chargé de l'exécution des dispositions du présent arrêté.

Fait à Paris, le 28 février 1938.

Le Ministre de l'Agriculture,

Signé : Chapsal.

II. Arrêté du 7 décembre 1938.

Article premier. — Il est institué au Ministère de l'Agriculture un Comité chargé d'examiner les questions relatives au contrôle de l'efficacité des produits antidoryphoriques.

Art. 2. — Sont nommés membres de ce Comité :

MM. :

Demolon, Inspecteur général des Stations et Laboratoires de Recherches agronomiques, qui assumera les fonctions de Président.
Gondé, Inspecteur général de l'Agriculture, chargé de la coordination des services intéressant la Défense des végétaux.
Durier, Inspecteur général de la Répression des fraudes.
Fabre, Membre du Conseil supérieur d'Hygiène publique de France.
Le Président de la Ligue nationale de lutte contre les ennemis des cultures.
Le Président de la Fédération nationale des producteurs de plants de pommes de terre sélectionnées.
Le Président du Syndicat professionnel des fabricants de produits anticryptogamiques et insecticides.
Le Président de l'Association française des fabricants de produits chimiques pour la défense des cultures.

Art. 3. — MM. Trouvelot, Directeur de la Station centrale de Zoologie agricole, et Raucourt, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie, assisteront, à titre consultatif, aux séances du Comité.

Art. 4. — Le Directeur de l'Agriculture est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Paris, le 7 décembre 1938.

Le Ministre de l'Agriculture,

Signé : Queuille.

III. Règlement des essais de produits antidoryphoriques.

1° Les demandes d'essais devront être adressées, avant le 1er février de chaque année, au Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie, Centre national de Recherches agronomiques, à Versailles. Elles indiqueront le nombre de produits dont l'essai est envisagé.

2° Les intéressés devront ensuite envoyer au Laboratoire de Phytopharmacie les échantillons qui leur seront demandés. Ils rempliront et signeront une fiche portant les indications suivantes :

a. Nom commercial du produit;

b. Nom de la firme;

c. Composition du produit (nature et concentration de toutes les matières actives), ces indications étant rédigées conformément aux prescriptions du décret du 11 mai 1937.

d. Mode d'application (pulvérisation, poudrage, etc.) et doses d'emploi. Pour les produits à délayer dans l'eau, on indiquera la quantité à employer par hectolitre d'eau, pour une pulvérisation de 1.000 litres à l'hectare;

e. Date de fabrication de l'échantillon envoyé;

f. Engagement pour le fabricant de ne vendre, sous le nom commercial indiqué, que des produits conformes à l'échantillon déposé, comme composition chimique, caractères physiques, et mode de fabrication;

3° Le montant du fonds de concours à verser pour l'essai d'un produit est fixé à 1.200 francs. Le produit pourra être essayé sous deux formes (*en bouillie et en poudre*) si la chose paraît techniquement possible, et moyennant un supplément de 500 francs;

4° Le résultat des essais sera communiqué à chaque fabricant par la délivrance d'un *Bulletin d'essai* portant les indications suivantes :

a. Nom commercial du produit et nom du fabricant;

b. Numéro d'ordre;

c. Composition du produit et mode d'emploi (conforme aux doses utilisées pour l'essai);

d. Mention du résultat, satisfaisant ou non, des essais;

Les différents produits seront soumis aux essais, au cours de l'été, dans l'ordre d'arrivée des demandes; les bulletins d'essai seront délivrés simultanément, après achèvement des travaux;

5° Seront déclarés non satisfaisants :

a. Les produits qui se montreront inapplicables, à cause de leurs mauvaises qualités physiques — nocifs pour les plantes — ou dangereux pour les opérateurs;

b. Les produits qui donneront, en action insecticide immédiate, des résultats inférieurs à ceux de l'« arséniate de plomb étalon », employé dans les mêmes conditions; on admettra une tolérance de 10 p. 100 au-dessous des pourcentages de mortalité donnés par cet étalon.

IV. Modèle du bulletin d'essai.

LABORATOIRE
DE
PHYTOPHARMACIE.

ANNÉE 19 .

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE.
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE.

CENTRE NATIONAL
DE RECHERCHES AGRONOMIQUES.
ROUTE DE SAINT-CYR, VERSAILLES.
TÉL. : VERSAILLES 20-33.

Essais de Produits Antidoryphoriques. (1)

Échantillon enregistré sous le n° [redacted]

Soumis aux essais par : Société X.....

Nom commercial du produit : Arséniate diplombique A.....

Composition du produit (2) *:* X °/₀ d'arsenic, Y °/₀ de plomb, combinés de l'arséniate diplombique.

MODE D'EMPLOI.

En pulvérisation : 1000 *litres de bouillies à l'hectare, à raison de* 2 *kgs de produit pour 100 litres d'eau.*

En poudrage : *kgs de produit à l'hectare.*

RÉSULTAT DES ESSAIS. (3)

Le produit a donné, au cours des essais, des résultats au moins égaux à ceux du produit étalon étudié comparativement.

OBSERVATIONS.

Néant.

Versailles, le

Le Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie,

(1) Ce Bulletin est délivré conformément aux dispositions des Arrêtés du 28 février 1938 et du 7 décembre 1938.
(2) Rédigée conformément au Décret du 11 mai 1937.
(3) L'échantillon a été expérimenté suivant la méthode officielle des essais de produits antidoryphoriques, aux doses indiquées ci-dessus.

DOCUMENTATION.

PHYTOGÉNÉTIQUE.

COFFMAN (F. A.). — **L'hybridation interspécifique, méthode probablement efficace pour l'obtention d'avoines d'hiver plus résistantes au froid.** (Specific hybridization, a probable method for producing hardier Winter oats.) *Journal Am. Soc. Agr.* XXIX, 1, p. 79-81, 1937.

D'essais effectués pendant 10 ans dans 34 stations des États-Unis, il résulte que plusieurs lignées d'avoines d'hiver possèdent une résistance au froid égale ou supérieure à celle des meilleures lignées de *Winter Turf* (= *Gray Winter*), considérées jusqu'ici comme les plus résistantes.

Les avoines plus résistantes que *Winter Turf* seraient *Tennessee Sel. 090, Hairy Culberson, Bicknell, Culberson, Fulghum d'hiver;* d'autres variétés, comme *Custis, Tech,* lui sont à peine inférieures. Or, toutes ces variétés, bien que du type *Sativa,* ont une ascendance *byzantina.* Cependant, aucune lignée des *byzantina* américaines (type *Red Rustproof*) ne possède une bonne résistance au froid. Dans la descendance d'un croisement entre *Red Rustproof* et *Markton* (avoine de printemps sensible au froid) on a trouvé deux lignées plus résistantes que *Red Rustproof.*

L'auteur se demande si des croisements *byzantina* × *sativa* ne devraient pas être effectués systématiquement pour y rechercher des descendants transgressifs par leur résistance au froid. J. Bu.

LEVINE (M. N.), SMITH (D. C.). — **Réactions comparées des variétés d'avoine, au stade plantule et au stade plante-adulte, à des races physiologiques de *Puccinia graminis avenae;* répartition de ces races aux États-Unis.** (Comparative reaction of oat varieties in the seedling and maturing stages to physiologic races of *Puccinia graminis avenae* and the distribution of these races in the *United States.*) *Journ. Agr. Res.,* LV, 10, p. 713-729, 1937.

Ces recherches, poursuivies à la Station expérimentale du Minnesota, avec plusieurs variétés d'avoine et 10 formes physiologiques de *Puccinia graminis,* ont mis en évidence les résultats suivants :

1° Contrairement à ce qui semble se passer pour le blé, il y a corrélation entre la réaction au stade plantule d'une variété donnée d'avoine à l'égard d'une forme donnée de Rouille noire et sa réaction au stade plante-adulte. Cette constatation facilitera les recherches ultérieures sur le comportement des variétés d'avoine à l'égard des formes de *P. graminis.*

2° Les variétés américaines résistantes peuvent être classées en 3 groupes : le groupe *White Russian, Green Mountain, Anthony, Minrus,* résistant à 6 formes; le groupe *Richland, Rainbow, Häjura, Hawkeye, Iogold,* résistant à 5 formes (dont 2 auxquelles

les variétés du groupe *White Russian* sont sensibles), et le groupe *Sevnothree*, résistant à 3 formes (dont une à laquelle les variétés des groupes précédents sont sensibles). Une seule forme est virulente à l'égard de toutes les variétés essayées, mais on ne l'a trouvée qu'en Australie et en Palestine.

L'étude de nombreuses provenances américaines de Rouille noire a permis de constater que 99 p. 100 d'entre elles appartiennent aux formes à l'égard desquelles les variétés des groupes *White Russian* et *Richland* sont résistantes. J. Bu.

Reed (G. M.) and Stanton (T. R.). — **Génétique de la résistance aux charbons nus et couverts chez des hybrides d'avoine.** (Inheritance of resistance to loose and covered smuts in oat hybrids.) *Journ. of Amer. Soc. Agronomy*, vol. 29, p. 997-1006, 1937.

La génétique de la résistance aux charbons est étudiée chez huit croisements d'avoine. Dans deux des croisements, dont les deux parents sont sensibles au charbon nu (*Ustilago avenae*), la sensibilité au parasite est très élevée en F_2 et en F_3. Un seul des parents de chacun de ces deux hybrides est résistant au charbon couvert (*Ustilago levis*) et les croisements se comportent en F_2 et F_3 comme des monohybrides, vis-à-vis de la résistance à ce champignon.

Pour cinq des croisements, dans lesquels un des parents (*Monarch*) commun aux cinq croisements est sensible au charbon couvert et résistant au charbon nu et les cinq autres parents sensibles aux deux charbons, les résultats en F_3 montrent clairement l'indépendance du comportement génétique, du point de vue résistance à chacun des deux charbons. Celle-ci, dans les hybrides envisagés, serait contrôlée par un seul facteur, distinct pour chacun des charbons.

Dans un dernier croisement, *Danish Island* × *Monarch* (*Danish Island*) étant très sensible au charbon nu et légèrement sensible au charbon couvert, on constate la présence d'un seul facteur génétique, dans le cas de l'étude de la résistance au charbon nu, celle-ci étant dominante. Mais lorsqu'il s'agit du charbon couvert, c'est la sensiblité qui serait dominante. R. F.

Reed (G. M.) et Stanton (T. R.). — **Génétique de la résistance au charbon nu et au charbon couvert chez des hybrides avec l'avoine Markton.** (Inheritance of resistance to loose and covered smuts in Markton oat hybrids.) *Journ. Agr. Res.*, 56, p. 158-176, 1938.

Markton, variété résistante aux deux charbons, est l'un des parents choisi dans chacun des croisements étudiés ici. Plusieurs cas se présentent donc, suivant le comportement de l'autre parent utilisé : 1° variété sensible aux deux charbons; 2° variété sensible au charbon nu, mais résistant au charbon couvert; 3° cas inverse.

Le groupe 1 est représenté par quatre croisements *Canadian* × *Markton*, *Early Champion* × *Markton*, et le croisement réciproque, enfin *Victoria* × *Markton*. Des séries différentes de plantes F_2 ont été infectées soit avec *Ustilago avenae*, soit avec *U. levis*, les races de charbon utilisées provenant du Missouri. Pour le charbon nu, la proportion de plantes F_2 infectées varie de 8,6 à 16,0; pour le charbon couvert, ce pourcentage est plus élevé : de 20 à 32,5. Les résultats obtenus avec les générations F_2 et F_3 supposent pour le charbon nu l'intervention de deux facteurs et, pour le charbon couvert, celle d'un seul facteur.

L'hybride 56, *Gothland* × *Markton* représente le deuxième type de croisement. Le degré d'infection par le charbon nu, parmi les plants F_2 est de 17,1 p. 100. En F_3, on n'observe pas de familles entièrement sensibles et 72,6 p. 100 des plantes F_2 non attaquées donnent des familles en partie infectées. Quoique les deux parents soient résistants au charbon couvert, on trouve en F_2 et en F_3 quelques plantes sensibles à ce parasite.

L'hybride 60, *Monarch* × *Markton*, représente le troisième groupe. En F_2, 22 p. 100 des plantes sont infectées par le charbon couvert et en F_3, 74,4 p. 100 des familles provenant de plants F_2 non infectées présentent des individus charbonnés. Ces résultats font supposer une disjonction uni-factorielle, bien que le total de plants infectés, trouvés en F_3, soit inférieur au nombre théorique. R. F.

SALAMAN (R. N.). — **Création de variétés de pommes de terre : un nouveau départ.** (Potato variety production : a new departure.) *Gardener's Chronicle*, CII, p. 326-327, 1937.

L'A. ramène à quatre sources l'origine des variétés de pommes de terre actuellement cultivées en Angleterre :

— des variétés issues de semis produites pendant le XVII[e] siècle à partir de *Gerard's Potato*, introduite en Angleterre à la fin du XVI[e] siècle (avant 1596) ;

— des variétés introduites du continent pendant le cours du XVIII[e] siècle, dérivées des introductions faites en Espagne vers 1570 ;

— des variétés américaines introduites dans la 2[e] moitié du XIX[e] siècle, dérivées d'une variété sud-américaine de *Sol. andigenum* (probablement), *Rough purple Chilo ;*

— des variétés allemandes dérivées de *Daber*, qui est elle-même une variété sud-américaine introduite en Allemagne vers 1830.

Ainsi, selon l'A., on a en somme « tourné en rond » pendant 3 siècles et demi, créant de nouvelles variétés simplement par « un arrangement kaléidoscopique des qualités d'où l'on était parti » ; mais si aucune qualité nouvelle n'a été introduite, par contre un grand nombre de caractères qui existaient dans le matériel original ont été perdus ; l'A. donne une liste. Parmi ces caractères perdus, la plupart sont indifférents ou indésirables, mais quelques-uns sont importants, par exemple la résistance au mildiou ou aux gelées.

L'A. considère qu'en utilisant comme géniteurs seulement les variétés européennes actuelles, on ne peut faire réaliser à l'amélioration de la pomme de terre le « bond » qui serait nécessaire. Parmi les problèmes qui se posent, les plus urgents sont ceux qui concernent la résistance au mildiou (compliqué par l'existence de formes physiologiques de *Phytophthora infestans*), la résistance ou la tolérance à l'égard des maladies à virus, enfin la résistance à des froids modérés. En ce qui concerne la résistance au mildiou, les travaux poursuivis depuis 1914 par l'auteur et Miss O'CONNOR, utilisant comme géniteurs des formes de *Sol. demissum*, ont abouti à des résultats d'un très grand intérêt pratique.

En conclusion, l'A. estime qu'une ère nouvelle s'ouvre pour le sélectionneur de pommes de terre et qu'elle sera féconde. J. BU.

THOMSON (J. R.). — **Inter et autofertilité chez le sainfoin.** (Cross and self-fertility in sainfoin.) *The Annals of Applied Biology*, vol. XXI, n° 4, p. 695-704, 1938.

Les présentes recherches, entreprises à l'Université de Reading, sur le sainfoin géant (ou à deux coupes) et sur le sainfoin commun complètent les travaux déjà réalisés à Aberystwyth sur les espèces *Trifolium*, *Medicago* et *Anthyllis*.

Les conclusions de l'A. sont les suivantes :

— le nombre de fleurs par grappe est légèrement plus grand chez le sainfoin commun que chez le sainfoin géant ;

— dans les conditions normales de pollinisation libre, un peu plus de la moitié des fleurs donnent des graines ;

— quand les fleurs sont ensachées, l'autofertilité atteint seulement 0,98 p. 100, mais lorsque, par attouchement, on déclenche le mécanisme de la pollinisation, le pourcentage d'autofertilité est nettement plus élevé et atteint 5,11 p. 100 ;

— les graines obtenues par autofécondation donnent des plantules dans une faible proportion ; celles-ci se développent mal, et bien peu à leur tour donnent des graines.

Le sainfoin est donc une plante normalement à fécondation croisée, bien qu'autofertile à un très faible degré. R. F.

BUGINI (F.). — **Parthénocarpie et apogamie chez les arbres fruitiers.** (Partenocarpia e apogamia nelle piante arboree da frutto.) *Revista di Frutticultura*, vol. II, p. 183-198, 1938.

L'A. explique les phénomènes de parthénocarpie et d'apogamie et passe en revue les travaux réalisés soit en Italie, soit à l'étranger sur ces questions, particulièrement en arboriculture fruitière.

A la Station d'arboriculture de Milan, des expériences ont été réalisées sur le pommier et le poirier. On a pu constater ainsi que certaines variétés de pomme : « Cellini », « Reinette du Canada », « Calville blanc », « Reinette d'Orléans », et certaines variétés de poire : « Abbé Fétel », « Alexandre Lucas », « Beurré Clairgeau », « Beurré Diel », « Bergamotte Esperen » pouvaient donner des fruits sans fécondation, donc parthénocarpiques.

Sur le phénomène d'apogamie, les recherches sont peu nombreuses, mais l'A. envisage l'application pratique de cette particularité. Elle permettrait d'obtenir des fruits sans l'intervention de variétés fécondantes et de multiplier par semis des porte-greffes homogènes, pour le pêcher par exemple, ce qu'on ne peut réaliser à l'heure actuelle.

R. F.

Tydeman (H. M.). — **Les arbres fruitiers sauvages du Caucase et du Turkestan. Leurs valeurs comme porte-greffes pour les pommiers et les poiriers. — I. Un premier rapport sur des cognassiers sauvages du Caucase.** (The wild fruit trees of the Caucasus and Turkestan. Their potentialities as rootstocks for apples and pears. — I. A first report on some wild quince from the Caucasus.) *East Malling Research Station, Annual Report*, p. 103-116, 1937.

Les essais entrepris à East Malling ont porté sur 365 sujets de semis de cognassier dont les graines, expédiées en 1931 par le « Service des cultures nouvelles » de Leningrad, provenaient de six arbres du Caucase. Une faible proportion de ces sujets de semis ont donné pleine satisfaction du point de vue croissance et enracinement. Les principaux types ont été décrits du point de vue botanique ; un d'entre eux, très fréquent dans certaines sélections, se rapproche beaucoup du cognassier C. d'East Malling.

Au cours de l'automne 1936, on a procédé au greffage de ces sujets avec 3 variétés de poires : *Conférence*, *Dr Jules-Guyot* et *Marie-Louise* ; ces deux dernières variétés, qui se greffent difficilement sur les cognassiers utilisés habituellement, avaient été choisies dans l'espoir de trouver des porte-greffes qui leur conviendraient. La prise a été satisfaisante pour les trois variétés sur la plupart des clônes : les greffons de *Conférence* ont très bien poussé sur la plupart des sujets ; ceux du *Dr Jules-Guyot*, seulement sur certains ; et ceux de *Marie-Louise* se sont, en général, très peu développés.

En mesurant la longueur des pousses, on trouve une certaine corrélation entre la vigueur du porte-greffe et celle du greffon.

R. F.

Roemer (Th.) et Rudorf (W.). — **Traité d'amélioration des plantes.** (Handbuch der Pflanzenzuchtung.) [En souscription, 6,5 R.M. par fascicule (25 p. 100 de réduction aux étrangers). — Paul Parey, à Berlin.]

Les différentes découvertes biologiques faites dans le domaine de l'hérédité, appliquées aux plantes agricoles, ont conduit à la création des techniques de l'amélioration des plantes.

Étudiée chez diverses espèces et étendue actuellement à la plupart des plantes cultivées, la technique de l'amélioration tire constamment profit des découvertes récentes dans les domaines voisins de la biologie générale, de la botanique, de la pathologie, de la physiologie.

Th. Roemer et W. Rudorf, professeurs et chercheurs bien connus, de Halle et de Münchberg, avec la collaboration de nombreux savants spécialistes et techniciens de l'amélioration des plantes, allemands ou étrangers, viennent de rassembler, sous la forme claire de « mises au point », les différentes acquisitions de la science et de la technique relatives au perfectionnement des plantes.

Publié par fascicules, cet ouvrage groupe 5 parties : la première partie traite des considérations générales sur l'amélioration des plantes et ses bases scientifiques ; les autres font connaître l'état actuel des connaissances sur les céréales (2e partie), les plantes fourragères (3e partie), les plantes sarclées et les plantes industrielles (4e partie), les plantes maraîchères, fruitières et forestières (5e partie).

Nul doute que ce traité, qui s'adresse aux élèves, aux professeurs, aux chercheurs et à tous ceux que la biologie végétale et l'amélioration des plantes intéressent, ne trouve auprès d'eux le meilleur accueil.

J. F.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE.

SUKHORUKOFF (I.), KLING (E.) et OVOCAROV. — **Les effets du *Phytophthora infestans* de Bary sur les diastases de la plante-hôte.** *C. R. Ac. Sc. U. R. S. S.*, N. S. XVIII 8, p. 587-602, 1938.

D'après les travaux de LEPIK, on pouvait penser que *P. infestans* est capable de digérer l'amidon contenu dans les tubercules infectés (son mycelium ne secrète pas d'amylase). Les A. A. montrent que *P. infestans* ne pousse pas sur un milieu contenant l'amidon comme seule source de carbone, en l'absence de toute diastase étrangère. Les A. A. prétendent avoir établi l'existence dans le feuillage et dans les tubercules d'une substance inhibant l'hydrolyse de l'amidon et qu'ils tentent d'identifier avec la sistoamylase décrite en 1933 dans les semences et les tiges de sarazin et des céréales par CHRZASZCZ et JANICKI. La sistoamylase serait beaucoup plus abondante chez *Solanum demissum* et les variétés très résistantes au mildiou que chez l'Early Rose qui est très sensible. Au cours de son développement sur la pomme de terre, le champignon provoque la diminution de la quantité de sistoamylase qu'elle contient. Cette particularité jouerait un rôle très important dans la biologie et la pathogénie du *P. infestans*. En abaissant la proportion de sistoamylase dans les tissus, il rend possible l'infection secondaire par les bactéries de putréfaction. P. L.

SMALL (T.). — **Relation entre le mildiou de la pomme de terre et le mildiou de la tomate.** (The relation between Potato blight and Tomato blight.) *Ann. Appl. Biol.*, XXV, 2, p. 271-276, 1 pl., 1938.

D'études entreprises à Jersey, l'A. conclut que, dans les conditions naturelles, le mildiou de la pomme de terre ne se transmet pratiquement pas aux tomates, contrairement à l'opinion de beaucoup de cultivateurs. P. L.

SANFORD (G. B.). — **Études sur le *Rhizoctonia solani* KÜHN. IV. Effet de la température et de l'humidité du sol sur la virulence.** (Studies on *Rhizoctonia solani* KÜHN. IV. Effect of soil temperature and moisture on virulence.) *Canad. J. Res.*, Section C, XVI, 5, p. 203-213, 1 pl., 2 graph., 1938.

Expériences en pots avec un sol infecté artificiellement par *Rhizoctonia* (*Corticium*) *solani*. La virulence et l'aspect des dégâts varient très peu pour des humidités du sol comprises entre 19 p. 100 et 40 p. 100 à une température comprise entre 16° et 23°. A 25°, la gravité des dégâts décroît brusquement.

L'A. étudie également la rapidité de croissance du champignon dans le sol, en fonction de la température et de l'humidité.

Beaucoup de pousses secondaires, issues de pousses primaires gravement attaquées, sont très résistantes dans des conditions où les pousses primaires s'étaient au contraire montrées extrêmement sensibles. P. L.

DENNY (F. E.). — **Combinaison des traitements de désinfection des tubercules de la pomme de terre avec des traitements destinés à faire cesser l'état de repos.** (Combining treatments for disinfecting Potato tubers with treatments for breaking dormancy.) *Contrib. Boyce Thompson Inst.*, vol. n° 5, p. 397-403, juill.-sept. 1938.

Les traitements par la vapeur de chlorure d'éthylène peuvent être appliqués avec succès aux tubercules d'abord désinfectés avec Cl^2Hg, l'oxyde jaune de mercure ou le formol ; de plus, les tubercules traités d'abord par le chlorure d'éthylène ne peuvent être traités ensuite par aucun de ces trois désinfectants.

Cependant, lorsque les tubercules traités entiers par les désinfectants à base de Hg sont coupés en morceaux, ils ne peuvent pas être traités de façon satisfaisante par le chlorure d'éthylène, car les morceaux pourrissent souvent. De bons résultats ont été obtenus par cette méthode quand le désinfectant utilisé était le formol.

Désinfectants. — Stuart recommande le traitement par Cl^2Hg et formol; les tubercules trempent pendant 1 h. 1/2 dans une solution contenant 0,833 gr. par litre de Cl^2Hg (4 onces p. 30 gallons) ou 2 heures dans une solution contenant 0 l. 41 de formol à 37 p. 100 litres d'eau (une pinte pour 30 gallons). Pour l'oxyde jaune de Hg, le traitement a été décrit par Cunningham soit 6 gr. 66 d'oxyde jaune de Hg par litre d'eau (one pound to 15 gallons) dans le liquide servant à l'immersion, la suspension étant fortement agitée avant d'y plonger les tubercules. Après désinfection, les tubercules sont séchés avant de subir les traitements chimiques nécessaires pour raccourcir le repos.

Traitements rompant la période de repos. — Pour le traitement par tubercule entier, les tubercules sont placés dans des jarres en poterie vernissées et le produit s'évapore de morceaux de « toile à fromage » étendue d'une façon lâche sur un verre de montre placé au sommet des tubercules. Le chlorure d'éthylène utilisé était celui du commerce à 40 p. 100. Les jarres sont fermées avec de la terre à modeler. Après traitement par le désinfectant et le chlorure d'éthylène, les tubercules sont laissés à l'air dans des sacs en papier pendant 4 jours avant d'être coupés en morceaux et plantés.

Pour les traitements par immersion dans le chlorure d'éthylène, les tubercules étaient coupés en morceaux de 25 grammes environ et mis dans des jarres en verre. On les couvrait d'une solution aqueuse contenant 50 centimètres cubes de chlorure d'éthylène à 40 p. 100 par litre d'eau qu'on enlevait aussitôt et l'excès de liquide était délogé des pommes de terre en secouant la jarre mise à l'envers. La jarre était fermée et laissée 24 heures à la température de la pièce.

Pour le thyocyanate de sodium et traitement par NH^2CSNH^2, les tubercules étaient coupés en morceaux (comme il a été indiqué dans le paragraphe précédent) et immergés pendant 1 heure dans une solution contenant soit 10 grammes de NaSCN, soit 20 grammes de NH^2CSNH^2 par litre. A la fin du traitement, la solution était enlevée et les morceaux traités étaient aussitôt plantés sans rinçage.

Les morceaux traités et les témoins correspondants étaient plantés en terre dans des plats laissés à la température du laboratoire. A intervalles de 4 à 7 jours, les plats étaient examinés et les morceaux de tubercules ayant donné naissance à des pousses étaient comptés et enlevés. Les tables de l'A. indiquent le nombre de jours nécessaire à la sortie de 90 p. 100 de pousses, ce critérium ayant été choisi comme le meilleur pour évaluer les résultats; il permet de mesurer non seulement la sortie des pousses, mais la proportion de morceaux de tubercules qui peuvent donner des pousses. P. L.

Watson (M. A.). — **Effet du jeûne sur l'aptitude de *Myzus persicae* à transmettre un virus.** (Further studies on the relationship between Hyoscyamus virus 3 and the Aphis *M. persicae* with special reference to the effects of fasting.) *Proc. Roy. Soc.*, 125, p. 144-170, 1938.

Le virus « Hy 3 » (très voisin du virus Y) est transmis par les pucerons *Myzus persicae*. Le taux maximum de transmission s'obtient lorsque le puceron n'a séjourné que 2 ou 3 minutes sur la plante infectée où il puise le virus. Le taux de transmission diminue d'autant plus que le puceron y séjourne plus longtemps, jusqu'à 1 heure. L'aptitude à transmettre le virus augmente d'ailleurs aussi si le puceron a été soumis à un jeûne préalable avant séjour sur la plante où il puise le virus.

Les facteurs à étudier sont donc : durée du jeûne préalable avant séjour sur la plante infectée; durée de séjour sur la plante infectée; durée de jeûne entre le moment où le puceron est retiré de la plante infectée où il a pu puiser le virus et le moment où il est déposé sur la plante saine à inoculer; durée de séjour sur la plante saine à inoculer; heure de la journée où se fait l'expérience.

Watson dispose ses expériences de telle sorte que les « traitements » réalisent toutes les combinaisons de 2 ou n des facteurs variables, pour pouvoir déterminer l'interaction

entre les différents facteurs. L'interaction entre facteurs implique que l'effet d'un facteur dépend de l'intensité de l'un ou de plusieurs des autres facteurs.

Dans une première expérience, Watson étudie l'effet du jeûne préalable, sur un certain nombre de plantes infectées chacune par un puceron qui avait séjourné pendant un temps déterminé par la plante infectée où il pouvait puiser le virus. Les traitements des pucerons sont les suivants quant au jeûne préalable : pas de jeûne préalable ou jeûne préalable de 6 heures pour les cultures de l'après-midi (13 h. 30), de 12 heures pour celles du matin (9 h. 30) ou du soir (21 h. 30) ; durée de séjour sur la plante infectée : 2 min., 15 min., 1 heure ; heure de la journée : 9 h. 30, 15 h. 30, 21 h. 30 ; durée de séjour sur les plantes saines à inoculer : constamment, 24 heures.

On obtient 2 fois plus de plantes révélant des inoculations avec les pucerons soumis au jeûne préalable : la grandeur de l'effet du jeûne préalable varie cependant avec la durée de séjour sur la plante où le puceron doit puiser le virus.

J. D.

Holmes (F. O.). — **Transmission héréditaire de la résistance au virus n° 1 chez le tabac.** (Inheritance of resistance to Tobacco mosaïc disease in Tobacco.) *Phytopathology*, vol. XXVIII, p. 555-561, 1938.

Les plantes du tabac cultivé appartenant à l'espèce *Nicotiana tabacum* réagissent à l'inoculation du virus n° 1 par une chlorose généralisée, dite « mosaïque ». Les plantes de l'espèce *N. glutinosa* réagissent par des lésions localisées chacune au point de pénétration d'une « unité infectieuse » de virus n° 1, et marquées par des nécroses, c'est-à-dire des îlots où les tissus infectés meurent en emprisonnant le virus. Tandis que les feuilles manifestant la « mosaïque » renferment une quantité considérable de virus, peuvent infecter des feuilles saines par simple contact, et conservent ce pouvoir infectieux même lorsqu'elles sont desséchées, les feuilles « nécrotiques » ne sont pas infectieuses. Toute tentative pour introduire le caractère de réaction nécrotique à l'inoculation du virus 1, chez des descendants du croisement *N. tabacum* × *N. glutinosa*, échoue parce que les hybrides sont stériles.

Clausen et Goodspeed ont cependant obtenu un tabac hybride « amphidiploïde » autofertile, comme résultat du croisement de *N. tabacum* (à $n = 24$) et de *N. glutinosa* (à $n = 12$) avec conservation des n-chromosomes de *N. tabacum* et des n-chromosomes de *N. glutinosa*. Cette nouvelle espèce de tabac, le *N. digluta*, croisé avec *N. glutinosa*, donne des descendants ayant tous le caractère désirable hérité de *N. glutinosa*, c'est-à-dire la réaction « nécrotique » à l'inoculation du virus n° 1. Au même titre que *N. glutinosa*, les *N. digluta* et les hybrides de première génération *diglutaxglutinosa* réagissent tous à l'inoculation du virus 1 par des nécroses locales.

Ces hybrides « diglutaxglutinosa » croisés avec l'un de 3 types horticoles de *N. tabacum* donnent une descendance où l'on observe une ségrégation des caractères parentaux ; au cours des générations successives d'autofécondation ou de recroisement, les proportions des descendants « nécrotiques » et « chlorotiques » tendent à se rapprocher des proportions théoriques 3 : 1 pour les autofécondations ; 1 pour les recroisements dans le cas des monohybrides. Ce qui indique que les recroisements répétés avec *N. glutinosa* permettent d'introduire dans les hybrides un gène dominant (N) déterminant le type nécrotique de réaction vis-à-vis du virus n° 1 ; l'allèle récessif (n) de ce gène, caractérise *N. tabacum* et tous les autres types chlorotiques dérivant de recroisements *N. digluta* × *tabacum*.

Il n'y a pas de différence de réaction entre les plantes hétérozygotes (Nn) et homozygotes NN. Après le premier recroisement, les hybrides ne manifestent plus guère de caractère de leur parent *glutinosa*. Dans les générations successives de croisements entre types nécrotiques et un parent appartenant à l'un des types horticoles de *N. tabacum*, on voit rapidement se manifester le type du parent *tabacum*.

C'est par autofécondations répétées de plantes nécrotiques provenant d'un premier recroisement qu'on peut espérer obtenir une lignée homozygote « nécrotique ». Seuls les descendants du *N. tabacum* var. *Sansoum* ont permis à Holmes d'obtenir des familles comptant exclusivement des plantes « nécrotiques ». Une telle famille dérive évidemment

d'une plante homozygote dans les gamètes de laquelle le chromosome portant le gène N est introduit assez constamment pour qu'il n'y ait guère de chance de voir se manifester, dans la population étudiée, une plante chlorotique, privée de ce gène N. Pour s'assurer de la pureté gamétique, HOLMES effectue des recroisements réciproques avec des plantes chlorotiques.

Une famille de descendants *Sansoum* comptait, à la 3e génération : 339 nécrotiques, 0 chlorotique ; 250 de ces 339 nécrotiques furent utilisés d'abord comme parent mâle, puis comme parent femelle pour réaliser des « croisements réciproques », chacune avec un *Sansoum* chlorotique (*nn*). Sur les 250 gamètes ♂ et les 250 gamètes ♀ ainsi éprouvés, tous contenaient le gène N, puisque l'absence de ce gène chez un seul de ces 500 gamètes se serait manifestée par la formation d'une plante chlorotique. Pour effectuer un essai d'égale sensibilité par « autofécondation », il aurait fallu étudier (500^2) plantes, soit 250.000 plantes, puisque, pour être décelable, un gamète ne portant pas le gène N aurait dû se conjuguer avec un autre gamète privé du gène N.

On ne connaît pas de *Nicotiana* jouissant d'immunité vis-à-vis du virus n° 1, mais de grandes différences existent quant à la réaction : certaines espèces qui, infectées, ne manifestent aucun symptôme, comme d'autres, qui montrent une chlorose généralisée (mosaïque), conservent le virus durant toute leur vie, et assurent la dissémination du virus dont elles constituent des « réservoirs ». Les *Nicotiana* qui réagissent par « nécrose » ne contribuent pas à propager le virus de plante à plante (les tissus infectés meurent rapidement en emprisonnant le virus) ; cette réaction constitue, au point de vue pratique, un mode de « résistance » qui empêche la dissémination de la maladie dans la population. Jusqu'ici on ne connaissait pas de variété « nécrotique » de *N. tabacum:* toutes les variétés (sauf *Ambalema* qui ne manifeste pas de symptômes) réagissaient à l'inoculation par les symptômes classiques de la mosaïque et développaient une grande quantité de virus dans leurs tissus, qui, durant leur vie et même après dessèchement, représentaient un réservoir de virus assurant la contamination des cultures ultérieures de tabac et d'autres plantes sensibles. On éviterait ces chances de contamination en cultivant un tabac qui, conservant les qualités industrielles recherchées, aurait en outre acquis le type de réponse nécrotique par acquisition du gène N emprunté à *N. glutinosa.* J. D.

NOLLA (J. A. B.). — **Transmission héréditaire de la résistance à la mosaïque chez les tabacs.** (Inheritance in *Nicotiana*). *Journ. Heredity*, 29, p. 42-48, 1938.

Le croisement entre *Nicotiana tabacum* var. *Ambalema* (Am), résistant à la mosaïque causée par le virus n° 1, et tabac turc *Samsun* (T), sensible, donne des hybrides de 1re génération (F_1, Am × T) tous sensibles ; de même, le croisement réciproque T × Am. Le croisement entre *Ambalema* (Am) et le tabac américain *White Virginia* (Wh. V) donne des F_1 tous susceptibles (lignée 690 du Tableau).

L'autofécondation de F_1 donne des F_2 où s'observe la ségrégation entre susceptibles (S) et résistants (R) dans la proportion 15 S pour 1 R. L'un de ces descendants F_2 résistant, paraissant posséder tous les caractères de résistance de son parent *Ambalema*, étant croisé avec un tabac sensible, donne en F_1 des hybrides sensibles, en F_2 une disjonction 15 S pour 1 R (lignées 685, 713 et 716).

Les déviations ($o - c$) entre nombres calculé et observé dans chaque cas correspondent à des valeurs de χ^2 qui, pour un degré de liberté, sont imputables aux erreurs d'échantillonnage au hasard ; pour les 5 degrés de liberté existant entre les résultats des 5 disjonctions, la valeur d'intégration de $\chi^2 = 6{,}77$ correspond à une probabilité de 0,26.

NOLLA peut donc supposer que le génotype de l'*Ambalema* résistant est $r_1r_1\ r_2r_2$, le génotype des tabacs sensibles $R_1R_1\ R_2R_2$.

Les résultats expérimentaux montrent que la résistance à la mosaïque dépend de 2 paires de facteurs récessifs $r_1r_1\ r_2r_2$ transmissibles indépendamment ; pour qu'un génotype soit résistant, il faut qu'il possède les 2 facteurs récessifs de chaque paire.

J. D.

KAUSCHE (G. A.). — **Détermination des sols des virus des plantes par l'or colloïdal.** (Uber die charakterisierung von pflanzlichen virussolen mit kolloïden gold.) *Naturwiss.*, 27, 8-7, p. 445, 1938.

Les recherches effectuées au Donststelle für Physiologische Botanik, Biologische Reichsanstalt, Berlin Dahlem, montrent qu'on peut différencier le virus n° 1 du tabac, du virus X de la pomme de terre, d'après la couleur des précipités obtenus par l'action de sols d'or sur des sols concentrés de virus. J. D.

FROMME (F. D.) et SCHNEIDERHAN (F. J.). — **Études sur le Pourridié noir du pommier.** (Studies of black root rot of apple.) *Phytopathology*, vol. XXVIII, p. 483-490, July, 1938.

Dans une première série d'expériences, de jeunes pommiers étaient plantés au nombre de quarante sur l'emplacement d'un pommier mort du Pourridié noir, maladie due à *Xylaria mali* FROMME.

Dans une expérience, tous les débris de racines de l'arbre mort ont été soigneusement enlevés. Dans trois autres expériences, les débris de racines de l'arbre mort ont été coupés en menus morceaux et répartis uniformément sur toute la zone où les jeunes arbres devaient être plantés. La première expérience a donné 45 p. 100 de sujets infectés, les trois autres ont donné 54 p. 100, 97 p. 100 et 46 p. 100 de sujets infectés. Ces expériences montrent que l'agent de la maladie se maintient dans le sol après la mort des arbres attaqués et peut infecter de jeunes sujets même en l'absence de débris de racines des arbres morts. Les jeunes pommiers utilisés appartenaient à 45 clones de *Malus Malus* ou de *Malus Zumi*, aucun de ces clones n'a manifesté de résistance particulière à l'infection. On a pu observer que les inoculations se produisaient presque toujours sur les racines nouvellement formées, l'infection progressant à partir de celles-ci vers les racines plus âgées et le collet.

Dans une deuxième série d'expériences, les A. A. ont inoculé artificiellement des jeunes pommiers de deux ans à l'aide de cultures pures de *X. mali*. Lorsque l'inoculation était faite *in situ* après plantation, ils obtenaient 95 p. 100 de plantes infectées. Aucune variété n'a manifesté de résistance particulière à la maladie. P. L.

KAY (Mac R.). — **Les conidies issues des écailles de bourgeons et du bois adjacent comme source d'infection primaire de la tavelure.** (Conidia from infected bud scales and adjacent wood a sa main source of primary infection with the Apple scab funguns *Venturia inaequalis* [COOKE] Wint.) *Sc. Proc. R. Dublin Soc.*, N. S. XXI, 54-59, p. 623-640, 1 pl. 1938.

Les infections primaires ont été jusqu'à présent attribuées à deux causes : conidies nées sur le bois d'un an et ascopores provenant des feuilles mortes de la saison précédente. Au cours des observations faites par l'A. à Glasnevinen, 1937, la maladie se développa sur de nombreuses variétés de pommiers en l'absence de bois infecté et de feuilles mortes. L'infection s'est faite progressivement en février à partir des bourgeons et des tissus voisins. En janvier, l'A. a observé du mycelium viable sur de nombreux bourgeons à fleurs et aussi sur des bourgeons à bois. Le premier feuillage infecté fut trouvé en mai 1937 sur un arbre très gravement attaqué les années précédentes et de nombreux petits groupes de feuilles malades ont été trouvés plus tard sur d'autres arbres, l'infection étant confinée dans tous les cas sur les plus vieilles feuilles. Le feuillage voisin restait sain et l'infection se produisait surtout dans les régions où les bourgeons présentaient des écailles infectées. Une très petite proportion d'infection se produit d'un arbre à l'autre. On a trouvé une corrélation très nette entre la proportion de tavelure en 1936 et le pourcentage de bourgeons infectés l'hiver suivant qui à son tour était en relation directe avec la première apparition de la maladie l'année suivante. Pour lutter avec succès contre la tavelure, on recommande deux traitements avant floraison sur les arbres très atteints, un seul suffit dans les cas moins graves. L'A. attire l'attention sur

la nécessité des traitements tardifs qui préservent le feuillage et empêchent à la fois le développement des ascospores et l'infection de bourgeon. P. L.

MITTMANN (G.). — **Expériences d'inoculations sur des arbres fruitiers avec des souches d'origines variées, de *Monilia cinerea* et *Monilia fructigena*.** (Infektionsversuche an Obstbäumen mit Stämmen verschiedener Herkunft von *Monilia cinerea* und *Monilia fructigena*.) *Z. Pflkrankh.*, XLVIII, 5, p. 232-246, 9 fig., 1938.

De jeunes arbres appartenant à différentes variétés de cerisier, pêcher, poirier, pommier ont été soumis à des inoculations sur les fleurs et les jeunes branches avec 23 souches de diverses origines, de *Monilia cinerea* (*Sclerotinia laxa*) et *M. fructigena*. Les inoculations ont réussi lorsqu'on utilisait les conidies provenant des « coussinets » qui se forment dans la nature et aussi celles qui provenaient de cultures sur gélose au malt. Elles ont échoué avec les micronidies qui se développent à profusion sur ce dernier milieu.

La plus grande proportion d'infections sur les fleurs de cerisiers a été donnée par 3 couches de *S. laxa*, issue respectivement d'une variété de cerise acide et d'une variété de prune, et par une souche de *S. fructigena* provenant du pommier. La souche de *S. laxa* issue de cerise acide attaque aussi les fleurs de pêcher.

Les séries d'inoculations sur les jeunes branches n'ont réussi qu'avec *S. laxa* sur cerisier et à condition de blesser au préalable pour assurer la pénétration du champignon. P. L.

LEIBE (E.). — **Une maladie peu étudiée du prunier.** (Eine wenig beachtete Zwetschenkrankheit.) *Pflanz.*, XV, 4, p. 66-67, 1938.

En 1937, le *Taphrina pruni*, qui cause une maladie rare en Allemagne, prit une forme épidémique dans l'Ouest de la Sarre. La maladie des « pochettes » du prunier provoqua une réduction de la récolte atteignant 80 p. 100 dans différentes parties du district de Sarrebrück. En plus d'un assainissement sérieux du verger, il est nécessaire de remplacer les arbres atteints par des variétés résistantes telles que Bühlertal, Zimmer, Ersing et Ebersvier. P. L.

KUNKEL (L. O.). — **Périodes de contact entre tissus sains et malades nécessaires à la transmission par la greffe de quelques maladies à virus du pêcher.** (Contact periods in graft transmission of peach viruses.) *Phytopathology*, vol. XXVIII, p. 491-497, july 1938.

L'A. étudie le temps nécessaire à la transmission par la greffe des virus causant le jaune, le nanisme des fruits, la rosette et la mosaïque sur le pêcher. Le virus de la mosaïque est transmis au bout de 2 ou 3 jours de contact entre les tissus. Les autres virus sont transmissibles au bout de 8 à 14 jours, sauf au début du printemps où le passage se fait en 3 jours pour le jaune, 5 pour le nanisme des fruits, 4 pour la rosette.

On a souvent pensé que les virus passaient de cellule à cellule par les plasmodesmes (communications protoplasmiques) et que le temps de contact nécessaire pour la transmission d'une maladie à virus par la greffe correspondait au temps nécessaire à la formation des plasmodesmes. Cette hypothèse n'est guère compatible avec les résultats indiqués ci-dessus, à moins d'admettre que les plasmodesmes se constituent plus vite entre les tissus sains et les tissus atteints de mosaïque qu'entre les tissus sains et les tissus attaqués par les virus du jaune, de la rosette ou du nanisme des fruits. L'A. pense avec raison que cette hypothèse est peu vraisemblable.

Technique utilisée : sur un jeune sujet sain (6 mois à 2 ans), on insère un greffon atteint d'une des maladies à virus étudiées. Le sujet est coupé en dessous du point d'insertion du greffon au bout de 1 jour, 2 jours, 3 jours, etc. Les sujets coupés au

bout d'un temps inférieur à celui qui est nécessaire à la transmission du virus restent sains. P. L.

LINDEGG (G.). — **Une nouvelle espèce de *Coryneum* sur les branches de tilleul.** (Note Fitopatologiche. II. Una nuova specie di *Coryneum* su rametti di tiglio.) *Riv. Pat. veg.*, XXVIII, 3-4, p. 69-74, 1 fig., 1938.

En 1936, des *Tilia americana* de 10 à 20 ans qui, pendant les 2 ou 3 années précédentes avaient montré un jaunissement de quelques feuilles accompagné par la dessiccation de quelques jeunes branches, ont montré tout à coup des symptômes plus graves. Le jaunissement s'étendit, beaucoup de feuilles tombèrent, on observa en outre un brunissement des jeunes racines et une dessiccation des branches jeunes ou vieilles. Dans certains, le tronc lui-même montrait un début de dessiccation et mourait. Les racines étaient entièrement saines. Les espèces européennes de *Tilia* qui se trouvaient dans le voisinage restaient indemnes.

De lésions livides ou gris cendre, irrégulières et déprimées entourées par une marge rouge foncée qui se trouvaient sur l'écorce des branches atteintes, l'A. a isolé un champignon qu'il décrit en détail (diagnose latine), le *Coryneum tiliaccolum* FERRARIS et LINDEGG n. sp. Les A. A. ne décrivent pas d'expériences d'inoculation faites à l'aide de ce champignon, mais le considèrent pourtant comme la cause de la maladie. Les arbres atteints peuvent être guéris par enlèvement des branches attaquées et deux pulvérisations cupriques à 20 p. 100 peu après la chute des feuilles. P. L.

KONING (H. C.). — **Le chancre bactérien des peupliers.** (The bacterial canker of poplars.) *Med. phytop. Lab. Willie Commelin Scholten. Baarn.*, XIV, 42 p., 8 fig., 2 pl., 1938.

L'A. montre expérimentalement qu'il existe plusieurs formes de chancres sur les peupliers : chancre bactérien, chancre à *Nectria*, chancre à *Botryodiplodia*.

En Hollande, le chancre bactérien serait le plus commun; il s'observe sur *Populus brabantica* HOUTZAGERS, *P. trichocarpa* TORREY et GRAY et *P. candicans* AIT. qui sont des types très sensibles. Ses symptômes les plus frappants sont les suivants : au tout début du printemps, le chancre apparaît sur de petites branches sous l'aspect d'un gonflement local de l'écorce; à ce niveau, il se produit bientôt des fentes et des fissures qui laissent échapper un exudat visqueux; par temps sec, le mucus devient une croûte brillante.

Le mucus peut aussi se faire jour par les lenticelles; il semble, dans ce cas, qu'on ait affaire à une infection interne. Durant l'été, on peut voir des lésions sur de plus grosses branches; des bourrelets très irréguliers se forment au voisinage des fentes et des fissures; l'ensemble est un chancre de structure très irrégulière.

L'extension de la maladie le long d'une branche peut se faire par voie interne; la progression est marquée dans le bois par une ligne brun-rougeâtre qui apparaît comme un point rouge sur la section du rameau; en certains endroits la lésion se développe en direction radiale, arrive à l'écorce où se produisent le gonflement puis les fentes.

En général la plaie ne se referme pas complètement; l'extension tangentielle du chancre est relativement faible; la branche s'épaissit du côté de la lésion. Le chancre évolue surtout au printemps, depuis le débourrement jusqu'à la fin de juin.

Des écoulements, l'A. isole une bactérie pathogène : *Pseudomonas rimaefaciens n. sp.*, bactérie mobile, aerobie, gram négative, non acido-résistante, liquéfiant rapidement la gélatine et peptonisant le lait, sans action sur l'amidon, capable de détruire les tissus de l'écorce en dissolvant la lamelle moyenne des cellules et de provoquer la formation de chancres.

D'autres types de chancres sont attribués à *Nectria galligena* BRES, *Nectria coccinea* (PERS.) Fr., *Botryodiplodia Penzigii* PETRAK et SYDOW. Il est fréquent de voir bactéries et champignons réunis dans le même chancre. M. L.

SERVAZZI (O.). — **Contribution à la Pathologie des Peupliers. V. Existence de tumeurs sur Peupliers blancs.** (Contributi alla Patologia dei Pioppi. V. Segnalazione di Tumori su Pioppo Bianco.) *Boll. labor. Sperim. Torino*, XVI, n°s 1-2, 1938, p. 30-32, 2 fig.

De grosses tumeurs sont signalées sur le Peuplier blanc dans les environs de Turin. On a pu en isoler plusieurs bactéries parmi lesquelles *Pseudomonas tumefaciens* et un autre bacille très vraisemblablement identique à *Bacillus populi* BRIZI auquel BRIZI, en 1907, a rapporté des tumeurs analogues sur Peupliers (*P. alba, P. nigra, P. tremula*) en Italie.

Les essais d'inoculations artificielles tentés avec ce dernier organisme n'ayant pas été suivis d'infection, l'A. est conduit à admettre que ces tumeurs doivent être attribuées exclusivement à *P. tumefaciens* comme E. F. SMITH, dès 1911, l'avait affirmé.

M. L.

HIRT (R. R.). — **Rôle des stomates dans la contamination de *Pinus strobus* par *Cronartium ribicola*.** (Relation of stomata to infection of *Pinus strobus* by *Cronartium ribicola*.) *Phytopathology*, XXVIII, n° 3, p. 180-190, 2 fig., 1938.

La pénétration du parasite se ferait surtout par pénétration directe dans les cellules épidermiques. En aucun cas l'A. n'a observé de pénétration par les stomates.

P. L.

DORAN (W. L.). — **Maladies des plantes ornementales herbacées causées par les champignons du sol, et moyens de lutte.** (Study of diseases of ornamental herbaceous plants caused by soil-infesting organisms, with particular attention to control measures.) *Massach. Agr. Expt. Station. Bull.*, n° 347, Annual report, March 1938.

Essais de désinfection en sols infectés naturellement ou artificiellement par *Pythium* et *Rhizotonia*. Vinaigre non dilué 2 à 2,35 litres par mètre carré donne de bons résultats contre le damping-off, par emploi immédiatement avant le semis — mais Crucifères le tolèrent moins bien.

Acide acétique (80 p. 100) à raison de 80 centimètres cubes dilués à 3 litres, par mètre carré, pas de dégâts même sur crucifères lorsque graines semées immédiatement après addition au sol. En supprimant le développement anticipé de damping-off, il y a amélioration de la germination comme avec formol, 6 centimètres cubes dans 500 d'eau.

Acide formique semble être bon fongicide : 7 centimètres cubes d'acide formique (90 p. 100) dans 300 centimètres cubes d'eau, mélangé au sol immédiatement avant semis est efficace contre damping-off. Acide salicylique (60-80 gr. par m²) améliore germination : avantage d'être employé sans aucune préparation, en poudre cristalline. Acide pyroligneux (extrait de bois de pin) appliqué à raison de 1 l. 25 par mètre carré ; non dilué, immédiatement avant semis donne bons résultats.

Recherches sur stérilisation du sol, par vapeurs de formol en récipient clos : pas de dégâts si l'on aère pendant deux jours et amélioration de la germination, car la plupart des champignons ont été apparemment tués.

M. G.

DORAN (L. W.). — **Influence des traitements du sol et des modifications du milieu sur la mortalité et le développement des plantules et boutures de plantes ligneuses.** (Damping-off and growth of seedlings and cuttings of woody plants as affected by soil treatments and moficiations of environment.) *Massach. exper. Stat. Bull. 347*, Annual report 1937.

L'emploi des substances de croissance n'est pas nécessaire pour les espèces qui, prélevées à époque convenable, s'enracinent rapidement. Tels sont : *Viburnum rhytidophyllum*, HENSL, *Cephalanthus occidentalis* L., *Buddleia Davidi. Franch. Stephanandra incisa* ZABEL. 1re semaine d'août. *Pachstinia Canbyi* GRAY, *Coronilla Emerus* L., *Helianthemum mummularium* L., *Chamaecyparis pisifera* ENDL. var. *plumosa*, *Thuya occidentalis* L., *Juniperus Sabina* L. var. *tamariscifolia* AIT., 3e semaine d'octobre. *Cytisus*

Beanii Nichols., *C. purgans* Benth et Hook, *Genista pilosa* L., *Vaccini Vitis-Idaea* L., *Calluna vulgaris* (L.), Hull, 3e semaine de novembre. *Juniperus communis* L., *J. procumbens* Sieb. et *J. scopulorum* Sarg. v. *horizontalis*, dernière semaine de décembre.

L'enracinement est plus rapide pour quelques autres espèces et certaines des précédentes prises à des époques différentes si l'on utilise l'acide indol-butyrique : ainsi, pour *Calluna* et *Dorycmium luisatum*, mais le pourcentage n'est pas plus élevé. Le pourcentage d'enracinement est accru chez *Passiflora racemosa* (fin juin). *Ilex crenata*, *J. Yunnanensis*, *Cyrilla racemiflora*, *Pentstemon Scouleric*, *Stewartia koreana*. Traitement par acide indolacétique (grelt 0,10 gr. dans 1.000 cm³ d'eau pendant 24 heures, ou 0,05 gr. dans 1.000 cm³ pendant 48 heures), améliore reprise chez *Lespedeza formosa*, *Taxus media*, *T. cuspidata*, *Picea pungens*, *Chamaecyparis pisifera*, var. *squarrosa*, *C. obtusa*, *C. ob.* var. *aurea* et var. *nana*.

Boutures de beaucoup d'espèces, à quelque époque que ce soit, ne sont pas améliorées : *Rhododendron* en novembre et décembre, *Cotoncaster horizontalis*, *Franklinia*. Acide formique (0,2 ou 0,4 gr. dans 1.000 cm³ pendant 24 heures) améliore reprise chez *Viburnum dilatatum*, *Ilex crenata* et *Hypericum*.

L'oxyde de Zn en poudre, le SO^4Cu (50 gr./m²) causent dégâts aux boutures plongées dans ces poudres. M. G.

Schopfer (W. H.). — **Le pyrimidine (2 méthyl, 4 amino, 5 amino-méthyl pyrimidine), facteur de croissance de microorganismes.** (*Rhodotorula*, *Mucorinées*, *Dematium*.) *Protoplasma*, XXI, nos 103-133, août 1938.

Quant à leurs exigences en facteurs de croissance, les organismes se répartissent dans les classes suivantes :

I. Plante supérieure, complètement autotrophe.

II. *Absidia glauca*, hétérotrophe, mais synthétise la pyrimidine et le thiazol (ou l'aneurine, molécule complète).

III. Levures rouges (*Rhodotorula*) *Phytophthora fagopyri*, *Pythium*... *Schizophyllum* commune, *Sclerotium*... exigent la pyrimidine seule (Robbins).

IV. *Mucor Ramannianus* exige le thiazol seul.

V. *Phycomyces*, *Staphylococcus* exigent thiazol et pyrimidine.

VI. *Glaucoma*... *Ustilago scabiosa* requièrent la molécule complète d'aneurine, ayant perdu l'aptitude d'en faire la synthèse en réunissant les deux constituants : pyrimidine et thiazol. J. D.

Henderson Smith (J.). — **Certains progrès récents dans l'étude des virus.** (Some recent developments in virus research.) *Ann. appl. Biol.*, XXVII, p. 227-243, 1938.

L'A. commence par décrire les méthodes de lutte utilisées jusqu'à présent contre les maladies à virus. Le contrôle sanitaire, la création de variétés résistantes sont les seules méthodes de lutte utilisées avec succès.

Il est aujourd'hui permis d'espérer que nous aurons bientôt entre nos mains un instrument plus commode et efficace. Un certain nombre de pathologues travaillant indépendamment les uns des autres Salaman, Kunkel et Caldwell ont découvert presque simultanément que l'inoculation d'un virus à une plante permet de la protéger contre les dégâts causés par l'infection ultérieure de certains autres virus. C'est ainsi qu'une infection par la Mosaïque commune du Tabac protège la plante contre la Mosaïque jaune, beaucoup plus grave. L'infection par une souche faible de virus X protège la plante contre les dégâts que pourrait causer l'infection par une souche plus virulente. La présence de la première souche n'empêcherait pas la seconde souche de pénétrer et de se disséminer dans la plante; elle l'empêcherait simplement de produire ses dégâts habituels. Il s'agit là d'une sorte de vaccination, la plante n'est pas protégée immédiatement après l'inoculation de la première souche, elle n'acquiert sa résistance (nous n'osons pas dire son immunité) qu'après l'écoulement d'une certaine période d'incubation. Ces faits présentent un intérêt pratique. Le cultivateur n'attache en effet d'importance à une maladie que si elle diminue la qualité ou l'abondance de sa récolte. Or chacun sait qu'il y a des Mosaïques du Tabac à peine perceptibles et que, dans

certaines variétés courantes de Pommes de terre, tous les individus sont infectés par une forme bénigne de Mosaïque qui ne diminue ni le nombre ni la qualité des Tubercules. On peut donc envisager de protéger une plante contre une maladie redoutable en l'inoculant au préalable avec une souche bénigne de la même maladie. QUANJER, en Hollande, SALAMAN à Cambridge poursuivent actuellement des travaux dans ce sens.

L'A. discute ensuite la nature des virus. Les cristaux de Protéïdes obtenus par STANLEY, en purifiant les virus de la Mosaïque du Tabac contiennent des impuretés qu'il est possible d'enlever en faisant agir la Trypsine comme l'a montré BAWDEN. A l'époque même où STANLEY découvrait son virus cristallisable BAWDEN et PIRIE isolaient des virus protéïne de la Pomme de terre et allaient même plus loin que STANLEY dans la voie de la purification, mais ces virus n'étaient pas cristallisables. D'une maladie à virus de la Tomate, le bushy stunt, ils purent extraire par la suite un virus capable de donner des vrais cristaux alors que STANLEY n'obtenait en réalité que des pseudo-cristaux.

Abordant le côté philosophique et métaphysique de la question l'auteur pense que dans les cas étudiés jusqu'à présent la théorie vitaliste n'est plus soutenable. Le virus de la Mosaïque du Tabac, le virus du bushy stunt de la Tomate et d'autres encore sont des Protéïdes composés chimiques bien déterminés et qu'on ne peut sans extravagance supposer doués de vie au sens où nous entendons habituellement ce mot. Cela ne veut pas dire que d'autres virus moins étudiés ne soient pas vivants. Il est possible de concevoir une échelle de virus de complexités croissantes nous conduisant progressivement et par degrés à la limite, certainement imprécise et jusqu'à un certain point conventionnelle, de ce que nous appelons vivant et de ce que nous devons appeler non-vivant. Il est donc possible que certains virus soient de vrais organismes. Il semble cependant bien établi que d'autres ne le sont pas. P. L.

ZOOLOGIE AGRICOLE.

SY (M.). — **Résultat de recherches sur les dangers que les arsenicaux agricoles peuvent présenter pour les petits oiseaux.** *Mitt. der Biol. Reichs. für Land. u. Forst*, n° 58, september 1938.

Il a été fait en Allemagne des poudrages arsenicaux sur forêts de pins. Les premiers essais firent de nombreuses victimes parmi les animaux sauvages; puis, les essais permirent de fixer une dose qui se montra inoffensive; pour eux, ainsi, on trouva à l'intérieur des zones traitées des couvées qui n'avaient pas souffert.

On croyait avoir écarté tout danger, lorsqu'en 1935, près de Rominten (Prusse orientale) les poudrages causèrent une véritable catastrophe. Les petits Oiseaux furent presque complètement anéantis, beaucoup de gibier périt. La cause en fut dans l'emploi d'une dose exagérée de poudre (80 à 120 kg. de poudre à l'hectare, au lieu de 50 kg., dose habituelle).

L'A., après avoir rappelé les travaux de CHAPPELLIER et RAUCOURT, sur le gibier, cite le cas des Cigognes. On avait dit qu'elles étaient tuées, au cours de leur migration en Afrique, par les arsenicaux employés contre les sauterelles. Une enquête de ROSSITTEN a montré qu'on ne pouvait établir aucune liaison certaine entre mort des Cigognes et lutte arsenicale contre les sauterelles. Très souvent, on dit que les petits Oiseaux sont menacés par les arsenicaux, c'est pourquoi l'auteur les a pris comme sujet d'expérience.

Il a essayé sur des granivores (Verdier, Pinson) et sur des insectivores (Mésange charbonnière). Chaque essai porta sur 10 à 12 oiseaux, dont moitié témoins. On a utilisé les produits courants du commerce.

Granivores. — *Les oiseaux sont poudrés eux-mêmes*, pour voir ce qui se produira lorsqu'ils feront toilette et disseront leurs plumes avec le bec.

Verdiers : sont poudrés trois jours de suite. A la fin du 2e jour, un mort; les autres présentent les symptômes suivants : perte de poids (caractéristique principale), appétit

diminue, diarrhée, restent silencieux, inertes, font la boule, sont très faibles et se laissent facilement prendre à la main, vont très souvent à la mangeoire et travaillent beaucoup la nourriture sans manger.

Pinsons : pas de différences essentielles.

Essai de contrôle : les oiseaux sont poudrés avec une poudre inerte; aucun effet.

Les oiseaux reçoivent des graines poudrées. L'auteur ne dit pas quelles graines il a employées; il parle seulement de décorticage, donc, probablement, millet, alpiste et chènevis. Qu'arriverait-il avec des oiseaux (Perdreau, Pigeon, Volaille) mangeant un grain entier (blé) ?

\+ *graines fortement poudrées sur toute leur surface.*

Verdier : au bout du 2e jour, un mort, les autres malades.

Pinson : pas de différences essentielles.

++ *graines poudrées légèrement et seulement sur le dessus.*

Verdier : effet plus lent que +; la mort au bout de 4 jours; mais action certaine.

Pinson : pas de différences essentielles.

Donc : oiseau poudré ou nourriture poudrée, même résultat.

Constatations : Dès le premier jour, les oiseaux mangent beaucoup moins; l'amaigrissement serait-il conséquence du jeûne ? Pour le voir, on donne, en même temps, grain toxique et grain non traité, dans deux mangeoires assez éloignées l'une de l'autre : les oiseaux délaissent le grain traité, surtout le +. Le grain ++ est moins répulsif.

Le phénomène est moins net chez Pinson que chez Verdier. Les Pinsons sont moins aptes que les Verdiers à reconnaître la présence du poudrage arsenical; il y a donc des différences dans l'aptitude des espèces à discerner l'arsenic. Mais, le fait que les petits oiseaux ont tendance à s'éloigner de la nourriture traitée diminue beaucoup le danger, avec poudrage arsenical.

L'arsenic n'ayant pas de goût pour l'homme (est-ce la même chose avec l'arséniate de chaux ?) le seul fait du poudrage éloigne-t-il les oiseaux ?

Essai avec talc seul : aucune action répulsive.

Par conséquent, c'est bien l'arséniate de chaux qui agit et, plus la dose est forte, plus les oiseaux délaissent le grain traité.

L'action de l'arsenic est indéniable : forte diarrhée; à l'autopsie, forte inflammation intestinale (l'auteur ne parle pas d'analyse !).

Il est vraisemblable que le jeûne diminue la résistance de l'oiseau et ajoute son action à celle du poison.

Pulvérisations. — La pulvérisation adhère beaucoup plus au grain que le poudrage. Au cours du décorticage les oiseaux doivent donc en déglutir moins. Ceci est confirmé par l'expérience.

Pinsons recevant grains pulvérisés.

Arséniate de chaux : pas de morts; perte de poids insignifiante.

Arséniate de plomb : pas de morts; perte de poids un peu plus forte, surtout dans les derniers jours.

Bien que l'effet répulsif soit moindre qu'avec le poudrage, on constate que, pour les granivores, il n'y a pas à craindre l'effet des pulvérisations arsenicales (toujours avec grains à décortiquer : même objection pour blé qu'au sujet des poudrages).

Insectivores. — Intervient l'arsenic : mangé par la larve avec la feuille ou adhérant extérieurement au corps de la larve.

Essais faits avec Mésanges charbonnières et ver à soie. Les chenilles (l'auteur ne dit pas la taille) sont placées de midi au lendemain matin sur feuilles pulvérisées; on les pulvérise alors et les sèche dans courant d'air. Les oiseaux en reçoivent 10 grammes. L'auteur a constaté que ses oiseaux avaient besoin de 100 grammes de chenilles par jour.

Arséniate de chaux. — Les chenilles changent peu d'aspect. Deux des oiseaux seulement prennent leurs 10 grammes. Aucune action sensible.

Arséniate de plomb. — La plupart des chenilles sont avachies, couvertes d'excréments et de rendu; elles sont, pour cela, moins bien acceptées. La consommation moyenne est de 7 grammes, sans aucun effet visible.

Pouvoir répulsif des chenilles. — Un seul essai. Les réactions individuelles sont trop grandes pour qu'on puisse tirer conclusion.

L'auteur n'a pas pu essayer les poudrages, à cause saison trop avancée.

Conclusions. — Pour les petits oiseaux, les *pulvérisations arsenicales* sont inoffensives, aussi bien pour granivores (Pinsons) que pour insectivores (Mésanges).

Les *poudrages*, même avec toutes précautions d'emploi, constituent un très gros danger. A moins que les intempéries ne réduisent la durée d'action de la poudre, car les oiseaux atteints récupèrent très vite, dès que cesse l'action du poison. Mais, dans le cas de faible durée, le poudrage serait d'action insuffisante sur les insectes.

Étant donné l'effet répulsif des grains poudrés, l'effet sera très diminué si les oiseaux peuvent quitter la surface traitée et aller chercher leur nourriture ailleurs. Donc, quand les surfaces traitées sont petites, ce qui est le cas en agriculture, le danger n'est pas à craindre puisqu'on ne couvre pas tout le territoire nutritif des oiseaux. Mais les oiseaux étant plus attachés à leur territoire lorsqu'ils sont des jeunes, la période de reproduction sera particulièrement critique. D'autant plus que l'action sur les couvées reste encore incertaine.

Peut-être, le jeune se comporte-t-il autrement que l'adulte : Est-il plus résistant ? ainsi qu'on l'a mis en évidence chez des organismes jeunes. Est-il plus menacé, à cause de la grande quantité de nourriture qui lui est nécessaire ?

L'activité reproductrice des parents n'est-elle pas amoindrie, même par des doses non mortelles ?

Bien noter que l'effet répulsif augmentant avec l'augmentation de la dose, le danger est plutôt moindre quand la dose est forte.

L'auteur se propose d'entreprendre aux champs la vérification des résultats obtenus au laboratoire et des recherches sur les questions restées en suspens.

A. CH.

GUILLAUME (Albert). — **Les animaux ennemis de nos cultures.** (VIGOT frères, Paris, 1938.)

L'A. de ce volume, professeur à la Faculté de Pharmacie de Strasbourg, a été séduit par les problèmes de la parasitologie des plantes cultivées. Son ouvrage, très bien présenté, comprend 328 pages, dont la moitié environ se trouve consacrée à l'étude descriptive et biologique des parasites, l'autre aux procédés de lutte. Il tient le juste milieu entre les petits manuels sans intérêt pratique et les traités volumineux conçus pour les spécialistes. Il est destiné aux pharmaciens, aux vétérinaires, aux agronomes et à l'élite des agriculteurs.

Au lieu de cataloguer les ravageurs d'après les plantes qu'ils attaquent, l'A. les étudie dans l'ordre zoologique; il passe en revue successivement les Coléoptères, Lépidoptères, Hyménoptères, Diptères, Orthoptères et Rhynchotes nuisibles aux diverses cultures. J'apprécie particulièrement les passages ou chapitres concernant les Anthonomes (d'après les travaux de RÉGNIER), les Bombycides, les Tordeuses des Arbres fruitiers et de la Vigne, les Mouches des fruits, les Criquets migrateurs et la Courtilière, les Cochenilles et Pucerons.

Dans un aperçu général de la lutte, l'auteur, après avoir dit l'essentiel sur les moyens mécaniques et les agents physiques, traite avec un louable souci du détail la question des insecticides; il étudie ceux qui agissent par ingestion (composés arsenicaux et fluorés) et ceux qui agissent par contact (nicotine, dont on devrait bien ne pas omettre l'action d'insecticide interne, pyrèthre et pyréthrines, plantes à roténone), puis les polysulfures et les huiles (minérales, végétales et animales) et enfin les insecticides gazeux. Les méthodes culturales et biologiques ont aussi leur place dans son ouvrage. Un assez long chapitre est consacré au matériel de lutte : pulvérisateurs et poudreuses de divers modèles.

La compétence toute spéciale de M. Albert GUILLAUME en matière de toxicologie lui permet de faire une analyse claire et complète de la législation française sur l'usage agricole des toxiques inscrits au tableau A et de mettre les lecteurs au courant des problèmes relatifs au commerce et au contrôle des produits antiparasitaires.

Outre la question des Insectes, qui occupe la presque totalité du volume, l'auteur examine la lutte contre les Mollusques nuisibles, puis il s'étend de façon très heureuse sur les Rongeurs nuisibles des habitations et des champs et sur le statut actuel de la lutte contre les Rats, sujet auquel il consacra naguère un volume couronné par l'Aca-

démie de Médecine. Un complément d'information se rapporte aux Taupes et Corbeaux. Les dernières pages ont trait à des considérations sur l'organisation de la défense des végétaux, sur la police phytosanitaire et sur les stations de désinfection.

Dans son introduction, l'auteur insiste tout naturellement sur l'utilité de la phytopharmacie et sur la nécessité du contrôle effectif des produits insecticides, raticides et fongicides. « S'il existe, dit-il, de bons produits qui ont fait leurs preuves, bien préparés par des maisons de premier ordre et répondant aux indications données sur leurs étiquettes, il en est une foule d'autres qui n'ont qu'une valeur très relative et qui constituent une tromperie sur la nature et la valeur de la marchandise vendue. ». Il envisage l'organisation d'un service spécial identique à celui qui existe déjà pour le contrôle des médicaments destinés à l'homme et aux animaux domestiques. Il n'est pas nécessaire d'en créer un nouveau, il suffit d'utiliser ce que l'on a, c'est-à-dire le laboratoire national de contrôle des médicaments et l'inspection des pharmacies, dont on étendrait le champ d'action.

L'ouvrage est illustré de bonnes figures dues à M. Rondeau de Noyer, assistant de Zoologie à la Faculté de Pharmacie de Paris. Une note de l'éditeur nous fait d'ailleurs pressentir la publication d'un album complémentaire de 50 planches. M. Émile Roux, qui a écrit une préface, souhaite que sur le même plan et rédigé avec le même soin, un ouvrage semblable à celui-ci soit prochainement consacré aux cryptogames ennemis des cultures. J. F.

Imprimerie Nationale. — J. 100014-38.

LE CARPOCAPSE

LASPEYRESIA POMONELLA L.

DANS LES PRINCIPALES RÉGIONS FRUITIÈRES DE FRANCE[1].

ÉTUDE BIOLOGIQUE. — MÉTHODES DE TRAITEMENT.

SOMMAIRE.

	Pages.
Introduction, par A. Paillot	106
Le Carpocapse en Normandie, par R. Régnier	109
Cinq années de recherches sur le Carpocapse en France, par A. Balachowsky et G. Viennot-Bourgin	123
Le Carpocapse dans le Finistère de 1936 à 1938, par Vincent, Boischot et Herviaux	169
Le Carpocapse en Alsace, par P. Sélariès	173
Le Carpocapse dans la vallée de la Loire, par L. Moreau et E. Vinet	177
Le Carpocapse dans la région du Centre de 1936 à 1938, par H. Soulie	183
Le Carpocapse dans la région lyonnaise et les régions limitrophes, par A. Paillot	199
Note sur le ver des pommes et des poires dans le Sud-Ouest, par J. Feytaud	213
Le Carpocapse dans la région d'Avignon de 1933 à 1937, par P. H. Joessel	219
Conclusions générales sur la biologie du Carpocapse en France et sur les traitements insecticides et fongicides des pommiers et des poiriers, par A. Paillot	249

[1] Note de la rédaction. — *Les études qui suivent ne constituent pas un travail d'ensemble sur la biologie du Carpocapse ou « Ver des pommes » et sur les méthodes de lutte à conseiller, car les auteurs ont effectué leurs recherches et rédigé leurs comptes rendus en toute indépendance.*

Malgré ce manque d'unité, nous avons cru devoir publier les différents rapports dans leur forme originale, sous la responsabilité de leurs auteurs. Toutefois nous avons laissé le soin, à l'un d'entre eux, M. Paillot, *de rédiger l'introduction et les conclusions générales lesquelles constituent une mise au point, à ce jour, de la question du Carpocapse en France.*

Introduction.

Le problème de la lutte contre le Carpocapse ou « Ver des pommes » (*Laspeyresia pomonella L.*) est d'une importance capitale pour notre arboriculture fruitière; son étude a donné lieu à de très nombreux travaux dans tous les pays du monde où l'on cultive en grand le pommier et le poirier.

En France, sous l'impulsion de P. Marchal, alors directeur de la Station entomologique de Paris, les stations de recherches du Ministère de l'Agriculture spécialisées dans l'étude des insectes nuisibles ont poursuivi depuis longtemps la mise au point des meilleurs procédés de lutte contre le Carpocapse et contribué activement à en vulgariser l'emploi dans la pratique. Et c'est ainsi que des tracts de vulgarisation ont été largement diffusés, des démonstrations publiques, organisées en collaboration avec les Directions de Services agricoles, les Offices agricoles, les Chambres d'agriculture et les Compagnies de chemin de fer directement intéressées à l'accroissement du tonnage des fruits transportés. Le mouvement ainsi créé s'est rapidement développé au cours de ces dernières années et la qualité de la récolte fruitière s'est très sensiblement améliorée. Les Stations entomologiques ont joué un rôle de premier plan à l'origine de ce mouvement, soit dans la mise au point des traitements, soit dans leur vulgarisation. Il faut rappeler aussi le rôle qu'elles ont joué dans l'amélioration de la technique des pulvérisations par l'emploi des appareils à grand débit (pompes à bras ou à moteur) utilisés depuis longtemps en Amérique, non seulement pour le traitement des arbres fruitiers, mais également pour celui des arbres d'ornement et même des arbres forestiers. C'est à la suite d'un voyage d'étude effectué aux États-Unis pendant l'année 1913 que P. Marchal comprit toute l'importance, pour notre arboriculture fruitière, d'une rénovation complète de nos méthodes de traitement et en particulier, de notre technique de pulvérisation. Dès 1918, il préconisait l'emploi des pompes à bras (« barrel pumps » et pompes à double-action) pour nos vergers; sur ses instances, le Ministère de l'Agriculture faisait l'acquisition aux États-Unis d'une pompe à moteur et d'une pompe à bras qui furent installées à l'insectarium de Menton et utilisées pour le traitement des orangers et autres arbres à grand développement envahis par les Cochenilles. D'autre part, la Station entomologique de Saint-Genis-Laval eut à sa disposition, dès 1918, une pompe américaine à bras qui a été utilisée jusqu'à ces dernières années soit pour les expériences de traitement des arbres fruitiers, soit pour les démonstrations publiques. D'autres appareils furent importés depuis et c'est ainsi qu'un mouvement prit naissance en France pour la fabrication et l'emploi généralisé de ces pompes. Des expositions, des concours furent organisés qui amplifièrent rapidement ce mouvement; actuellement, le marché français est largement approvisionné d'appareils à bras ou à moteur bien adaptés à nos différents types de vergers et d'arbres fruitiers.

J'ai tenu à souligner ici le rôle primordial joué par nos Stations entomologiques aussi bien dans la mise au point des traitements contre le Carpocapse que dans l'orientation nouvelle de la technique de pulvérisation car on a trop tendance aujourd'hui à l'oublier.

Les premiers travaux sur le Carpocapse effectués dans ces Stations remontent à l'année 1919; ils avaient principalement pour but la mise au point, dans notre pays,

des méthodes américaines appliquées depuis longtemps déjà par les producteurs de fruits des États-Unis et du Canada. Mais on avait un peu négligé l'étude de la biologie du Carpocapse; or cette étude conditionne les traitements. C'est pourquoi les Stations spécialisées dans les recherches entomologiques aussi bien que les divers centres de recherches agronomiques ont été invités à porter leur attention sur cet important problème. Les données recueillies jusqu'à ce jour ont fait l'objet de rapports qui seront publiés sous la responsabilité propre de chacune des Stations. On verra, d'après ces rapports, que la biologie du Carpocapse est loin d'être uniforme pour les diverses régions fruitières de France et qu'en particulier, le nombre et l'importance des générations annuelles varient d'une région à l'autre et même, d'une année à l'autre.

Je tirerai les conclusions générales qui découlent de l'ensemble de ces rapports et résumerai brièvement les principaux résultats pratiques auxquels sont parvenus les divers expérimentateurs. On aura ainsi une idée précise de la biologie du Carpocapse en France. Ceux qui sont plus spécialement chargés d'informer les agriculteurs trouveront d'autre part ici tous les renseignements concernant la pratique de la lutte contre ce parasite. Ainsi sera réalisée l'unité d'action depuis longtemps réclamée, non seulement par les praticiens, mais également par tous ceux qui ont pour mission de les conseiller.

LE CARPOCAPSE EN NORMANDIE,

par R. Regnier,

Docteur ès sciences naturelles,
Directeur de la Station de Zoologie agricole du Nord-Ouest.

Introduction.

L'orientation de la Normandie, qui est par excellence le pays du fruit à cidre, vers la production de la pomme à couteau, pose de nombreux problèmes dont celui du fruit sain, qui est fondamental : la lutte contre le Carpocapse en constitue le principal chapitre et justifie les nouvelles recherches entreprises depuis 1934 par notre Station, en liaison avec le Comité de Pomologie de Haute-Normandie et l'École d'arboriculture fruitière de la ville de Rouen.

Pour en saisir toute la portée, et aboutir rapidement à des résultats pratiques, il est nécessaire de ne négliger aucun des aspects de la production régionale, et par conséquent de bien comprendre d'abord la situation du verger normand. C'est pourquoi nous pensons qu'il ne peut y avoir de meilleure introduction à cette étude qu'un aperçu documentaire sur les conditions très variées de la production en Normandie.

Les cultures normandes de fruits à pépins.

Les cinq départements normands fournissent une production moyenne d'une dizaine de millions de quintaux de fruits à cidre, c'est dire la place qu'y occupe cette culture. Dans le Calvados, les plantations de pommiers couvrent plus de 86.000 hectares [1], dans la Seine-Inférieure 67.000 hectares, dont 42.500 hectares pour le seul arrondissement de Dieppe, qui englobe le pays de Bray [2]. Dans la Manche [3] la production représente un dixième de la production française. Dans l'Orne [4] et l'Eure [5], le nombre des Pommiers est moins élevé, mais il est encore considérable; les enquêtes parlent de plusieurs millions de sujets.

Le Pommier à cidre, qui est toujours un arbre à haute tige, et dont il existe d'innombrables variétés [6], que l'Association française pomologique s'efforce chaque année de réduire [7],

[1] Warcollier (G.). — Pomologie du Calvados. (*Bull. Ass. fr. pom.*, p. 90 à 113, 1934.)
[2] Brioux (Ch.). — Pomologie de la Seine-Inférieure. (*Bull. Ass. fr. pom.*, p. 90 à 104, 1926.)
[3] Warcollier (G.). — Pomologie de la Manche. (*Bull. Ass. pom.*, p. 86 à 102, 1928.)
[4] Lecoeur (E.). — Pomologie de l'Orne. (*Bull. Ass. fr. pom.*, p. 99 à 112, 1929.)
[5] Blin (C.). — Le pommier à cidre dans l'Eure. (*Bull. Ass. fr. pom.*, p. 89 à 107, 1931.)
[6] Lecoeur (E.) a signalé au Congrès de Vimoutiers (1929) qu'il avait relevé plus de 1.500 variétés pour cette seule région.
[7] Jourdain (G.). — Orientation à donner à la production des fruits à cidre. (*Bull. Soc. cent. Hort. Seine-Inférieure*, Congrès de Rouen, p. 75 à 79, 1934.)

est généralement planté dans les herbages, où il ne reçoit pour tout soin que quelques façons culturales. Ces plantations constituent des groupements d'une grande étendue; il n'est pas rare de trouver des «clos» de plus de mille Pommiers. Il suffit pour s'en rendre compte de traverser des régions comme l'Avranchin et le Mortainais, le Bocage ornais, le pays d'Auge, justement renommé, le pays d'Ouche, le Lieuvin, le Roumois et le pays de Bray.

Dans l'Eure, on trouve de nombreux arbres isolés au milieu des cultures; ce sont les plus déshérités au point de vue des traitements, car ils y sont quasi impossibles, en raison même de la situation des Pommiers, qui arrivent à constituer de véritables foyers d'infection pour le voisinage; ceci explique que dans ce département les pullulations de défoliateurs (*Hyponomeutes, Bombyx*) y soient si fréquentes et si calamiteuses.

Les Poiriers à cidre sont surtout abondants en Basse-Normandie, et notamment dans le Bocage ornais; ils sont mêlés aux Pommiers; leur nombre tend à diminuer en raison de la faible consommation du poiré et des prix bas pratiqués par les distilleries, qui absorbent la plus grande partie de la production. Ils ne reçoivent aucun soin particulier, et ne sont jamais traités.

Les Pommiers à couteau de plein vent sont disséminés dans les clos, mais plus souvent localisés dans les cours des fermes et les jardins. Si nous en jugeons par les demandes de greffons qui sont faites depuis 4 ou 5 ans, leur production tend à augmenter dans des proportions considérables, par suite du surgreffage d'un grand nombre de Pommiers à cidre en variétés des standardisations nationale et normande.

Ils ne représentent jusqu'ici cependant qu'un pourcentage très faible par rapport aux autres : M. Barbut [1] considère qu'en 1936 il n'y avait guère plus de 100.000 Pommiers à couteau pour plus de 2.500.000 Pommiers à cidre dans le département de la Seine-Inférieure.

Quant aux Pommiers de forme basse (cordons, gobelets, faux-gobelets) ils étaient restés jusqu'à ces dernières années avant tout des arbres de propriétaire, aussi malgré les progrès qui ont été faits, leur production reste notoirement insuffisante pour la consommation locale; il suffit pour en juger de considérer la place qu'occupent les fruits étrangers sur les marchés normands, même dans les centres ruraux. L'essor qu'ont donné à cette culture les manifestations pomologiques, et plus spécialement les récents Congrès de Rouen (1932, 1934 et 1936) permet d'espérer dans un avenir prochain un renversement de la situation. Nous n'en voulons pour preuve que l'organisation de la ferme fruitière du Roumois [2] qui avec ses 45 hectares de plantations rationnelles de Pommiers à couteau représente le plus bel effort, qui ait été fait jusqu'à ce jour en ce sens dans le Nord-Ouest de la France.

Pour la production des poires, le département de l'Eure occupe la première place avec ses vergers de la région de Gaillon et de Louviers, mais nous trouvons également de belles cultures fruitières en Seine-Inférieure dans les environs d'Elbeuf, dans le Calvados, aux environs d'Honfleur et de Caen, et dans la Manche aux environs de Coutances. On y rencontre des exploitations fruitières spécialisées, où le nombre des espaliers et contre-espaliers atteint une densité de 4.000 pieds à l'hectare, et où les arbres sont l'objet des soins les plus attentifs tant au point de vue cultural, qu'au point de vue phytosanitaire; ces vergers nous ont fourni les meilleurs champs d'expérience au cours de nos recherches.

A ces grands vergers de production intensive, où le rendement en très bonne année a dépassé 16 tonnes à l'hectare, pour des fruits de choix, il faut ajouter les innombrables poiriers de toutes formes, qui peuplent les jardins des agriculteurs, des petits exploitants et des propriétaires et qui alimentent les tables familiales.

[1] Barbut (M.). — La production fruitière de plein vent en Seine-Inférieure (pommes de table). (*Bull. Ass. fr. pom.*, 1937, Congrès de Rouen, 1936.)

[2] Le Gravérend (E.). — L'organisation de la ferme fruitière du Roumois. (*Bull. Soc. cent. Hort. Seine-Inférieure,* Congrès pomologique de Rouen, 1936, p. 127 à 143, 1937.)

L'importance du Carpocapse en Normandie.

Les aspects de la production fruitière normande sont indispensables à connaître, pour y étudier utilement le Carpocapse, parce que suivant la nature et les conditions de la production, la question revêt une importance très différente, au point de vue économique comme au point de vue biologique.

La production du fruit à cidre n'est pas intéressée par le Carpocapse pour plusieurs raisons ; à cause de l'acidité des fruits, de la prédominance des variétés tardives, et du ramassage immédiat par les bestiaux des pommes véreuses qui tombent dans les herbages, les dégâts n'y sont pas importants. J'ai procédé personnellement à maints comptages dans les clos et été frappé du petit nombre de chenilles que l'on trouvait dans les fruits comme sur les écorces des arbres. J'ai remarqué d'ailleurs, que, pour la même raison indiquée plus haut, le nombre des pommes à couteau véreuses était toujours beaucoup moins élevé dans les herbages, et les cours de fermes où circule librement le bétail, que dans les vergers de production, sur les arbres isolés ou dans les jardins. Les comptages, que l'on peut faire à cet égard dans la vallée de la Seine, le pays de Bray, le Roumois, le Perche et le Bocage, où la culture du Pommier à couteau de plein vent devient très en honneur sont tout à fait significatifs ; on commence d'ailleurs à y pratiquer des traitements de printemps pour lutter contre les tares des fruits, mais il reste encore beaucoup à faire pour obtenir une production de qualité [1].

La plus grande densité de fruits véreux paraît être au voisinage des agglomérations et dans les régions de production intensive, non seulement à cause du pouvoir attractif des masses, et du nombre des arbres isolés, qui ne sont pas traités ou qui le sont mal dans le voisinage, mais aussi à cause des facilités que les chenilles trouvent pour hiverner, que ce soit dans les centres d'entreposage de fruits, les bâtiments, et les clôtures des exploitations, ou sur les arbres négligés. Nous verrons plus loin les résultats des contrôles.

Recherches biologiques sur le Carpocapse. [2]

Les recherches ont porté sur l'époque des vols, indispensable à connaître pour déterminer l'époque des traitements, les conditions d'hibernation et l'importance des générations. Nos moyens d'investigation ont été le piégeage, les élevages, les contrôles dans les fruitiers et les entrepôts de cageots de récolte.

Époque des vols.

Les vols de Carpocapse sont sous la dépendance de plusieurs facteurs : la température, qui doit se maintenir au-dessus de 16° dans les premières heures de la nuit, le climat de la région auquel est subordonné le cycle évolutif du papillon, et les conditions locales dans lesquelles l'insecte doit se développer (microclimat).

Résultats du piégeage. — C'est par le piégeage, qui a rendu de si grands services en viticulture dans la lutte contre l'Eudémis et la Cochylis, que nous avons pu déterminer les périodes de grande activité du Carpocapse en Normandie. Si cette méthode ne peut donner que des indications relatives sur l'amplitude des vols, elle nous a éclairé sur les dates des grands vols et permis dès le début de nos recherches de préconiser l'application de traitements tardifs aux arboriculteurs de la région, alors qu'il n'était question que de traitements

[1] Malabre (J.). — Les traitements des arbres fruitiers en Seine-Inférieure. (*Bull. Soc. cent. Hort. Seine-Inférieure,* Congrès de Rouen, p. 51 à 70, 1932.)

[2] Regnier (R.). — La défense sanitaire du verger et la production du fruit sain en Haute-Normandie. (*Bull. Soc. cent. Hort. Seine-Inférieure,* Congrès de Rouen 1936, p. 80 à 94, 1937.)

de printemps; les résultats magnifiques qui ont été obtenus dès 1935 dans les cultures fruitières de Louviers et d'Elbeuf militent en faveur de ce procédé, dont les imperfections ne doivent pas nous faire oublier les services rendus.

Une des formules, qui s'est montrée la plus attractive est celle qu'avait préconisée nos collègues Moreau et Vinet d'Angers, et qu'ils continuent du reste à utiliser avec succès [1] : la lie de cidre additionnée de vinaigre (5 p. 100). Quand on peut s'en procurer, le mieux est d'utiliser du vinaigre de cidre; le liquide doit être renouvelé aussi souvent que possible, pour qu'il soit toujours en fermentation, en effet, son pouvoir attractif paraît être en relation étroite avec l'activité des ferments. Les pièges, constitués avec des godets, des pots à fleur ou à confiture, doivent être suspendus dans les arbres en un endroit bien dégagé, et si possible protégés du soleil et de la pluie. Ils doivent être mis en place pour le 15 mai, et soumis à un contrôle journalier pendant le mois de juin; en juillet, l'attaque est toujours déclenchée; l'utilisation des pièges ne présente plus alors qu'une valeur documentaire, qui n'a d'intérêt que pour le laboratoire. Le piégeage dans les bâtiments a un autre but, que nous expliquerons, en étudiant l'hibernation des chenilles.

En 1935, dont le printemps fut froid et pluvieux, les vols n'ont pratiquement commencé que le 22 juin, et ont atteint leur maximum en juillet, du 5 au 25, qui fut la période la plus chaude de l'année. Les traitements pratiqués fin juin, et répétés en juillet, qu'il s'agisse de pulvérisations ou de poudrages arsenicaux se sont montrés efficaces, même là où il n'avait été pratiqué aucun traitement antérieur [2]. Parallèlement à ces traitements, nous avons ensaché des fruits à des dates différentes; le pourcentage des fruits véreux, ensachés en juin a été insignifiant, il a été inférieur à 2 p. 100, alors qu'il atteignait 60 à 80 p. 100 sur des sujets voisins, dont les fruits n'étaient ni protégés, ni traités. L'exemple le plus frappant est celui d'un *Beurré d'Amanlis*, qui, pour 54 fruits mis en sacs seulement le 23 juin, c'est-à-dire le lendemain du début des vols, n'a donné qu'un fruit véreux.

En 1936, les vols ont commencé les 14 et 15 mai à Rouen, Elbeuf et Louviers, alors que la température à 21 heures oscillait entre 16° et 20° et la pression entre 760 et 766, mais ils ont été sans importance. Ils ont complètement cessé du 28 mai au 6 juin, époque où la température est tombée à 10° et 12° au crépuscule; ils n'ont été à craindre qu'à partir du 20 juin, quand la température monta brusquement à 20°, avec une pression de 765 : les vols les plus importants ont été ceux du début et de la mi-juillet, période chaude et orageuse.

En 1937, les premiers qui méritent d'être signalés ont eu lieu fin mai. Il est à noter que le beau temps a commencé vers le 22 mai, mais que les nuits sont restées fraîches jusqu'à la fin du mois. Du 31 mai au 3 juin, les vols cessent; cet arrêt coïncide avec une baisse très sensible de la température nocturne (14° à 15° au crépuscule); les vols reprennent du 4 au 7 juin, alors que le thermomètre marque 22° (les 6 et 7) à 21 heures. Du 8 au 30 juin, nous enregistrons des alternatives de hausses et de baisses très sensibles, mais les nuits restent fraîches; le thermomètre tombe à 9° dans la nuit du 17 au 18 juin, et à 7° dans celle du 21 au 22 juin : les vols sont alors insignifiants, sauf du 22 au 25; ils s'intensifient seulement au début de juillet, marquent un léger temps d'arrêt, par suite de l'abaissemen anormal de la température, ils atteignent leur maximum dans les jours qui suivent, pour s terminer au début d'août, comme les deux années précédentes.

En 1938, après un premier printemps anormalement chaud, activant la floraison des arbres fruitiers, la température s'est brutalement abaissée : le lundi de Pâques, 17 avril,

[1] Moreau et Vinet (E.). — Rapports du Service des Recherches pour l'année 1935-1936. (*Bull. Soc. Ind. et Agric.*, Angers, mars 1937.)

[2] Regnier (R.). — Des conditions d'efficacité des traitements contre le Carpocapse en Normandie. (*Bull. Acad. Agric.*, séance du 27 novembre 1935.)

il gelait à — 7° et toute la récolte des Poiriers était anéantie en de nombreux points de Haute-Normandie, en particulier à Rouen, Dieppe, Elbeuf, Louviers, Le Neubourg, Bourgtheroulde. Les nuits restèrent très froides pendant la fin d'avril et pendan tout le mois de mai; on n'enregistra aucune capture dans les pièges, il fallut attendre le 20 juin pour en trouver, malgré un relèvement très net de la température les 7 et 8 juin, qui s'affirma à partir du 16, pour se stabiliser du 20 au 27 juin. A la fin de l'après-midi du 27, le thermomètre tombe brusquement à 15° et les nuits deviennent à nouveau très fraîches empêchant toute activité des papillons, la baisse s'accentue du 30 juin au 2 juillet : le thermomètre oscille alors entre 12° et 17°-18°, il tombe à 10° dans la nuit du 2 au 3 juillet, et à 9° dans celle du 4 au 5 juillet. La première quinzaine de juillet resta très froide : il n'y eut qu'une reprise tout à fait passagère les 6 et 7, et le 14 avec une pointe le 7 à 15 heures (28°) — nous capturons alors quelques papillons —; du 8 à 18 heures au 13 à 10 heures, la température se stabilise entre 13° et 16-17°, elle descendit même à 10°5 dans la nuit du 13 au 14. Elle ne devient favorable au Carpocapse que le 19 juillet : les maxima se placent entre cette date et la fin de juillet, qui fut une période chaude, en léger décallage par conséquent sur les années précédentes. Les vols ont cessé en août.

Il est à noter que depuis 1935, en Haute-Normandie, il n'y a pas eu de vols importants de Carpocapse avant le 20 juin, que les maxima se sont toujours produits en juillet, et qu'ils ont coïncidé avec une période continue de chaleurs nocturnes.

Il est à noter également qu'en 1938, la persistance du froid en mai, juin et juillet a contrarié les vols et empêché la ponte, puisque malgré le petit nombre de fruits que les Carpocapses avaient à leur disposition, le pourcentage des fruits véreux a été inférieur à celui des autres années.

Résultats des élevages. — Les élevages des chenilles récoltées en juillet et septembre nous ont donné en laboratoire — salle non chauffée l'hiver, mais où il ne gèle jamais — les premiers papillons le 11 juin; après un temps d'arrêt les éclosions ont repris le 23 juin, et ont atteint leur maximum dans la première quinzaine de juillet. Nous n'avons obtenu que quelques papillons de seconde génération. L'expérience nous a montré d'autre part que, dans une salle chauffée pendant l'hiver (18° à 20°), on pouvait obtenir des éclosions très précoces, dès le premier printemps, et même en plein hiver (février-mars); l'abaissement de la température au-dessous de 0° n'est donc pas toujours nécessaire pour provoquer une rupture de la diapause des chenilles hibernantes, d'ailleurs les observations que nous avons faites à cet égard en 1936, 1937 et 1938 dans les bâtiments d'une ferme fruitière semblent bien confirmer que la date des éclosions est en fonction des conditions d'hibernation, et que les chenilles hibernantes ont avant tout besoin d'une somme déterminée de degrés pour se transformer.

Captures dans les locaux. — Les captures faites dans les fruitiers, les salles de triage des fruits et les entrepôts de matériel de cueillette (cageots de déballage) ont prouvé très nettement l'influence des conditions du milieu. C'est ainsi que dans une pièce sous toiture, où la température n'est jamais inférieure à 7° ou 8° en hiver, et où elle s'équilibre assez rapidement avec la température extérieure au printemps et en été, les éclosions ont commencé en 1936 le 21 mai, après les chaleurs des 18 et 19 mai (maximum 29°, pression 766); il est à noter que c'est l'époque même où nous faisons nos premières captures dans les pièges extérieurs; il est donc fort possible que ces vols précoces dans le verger, pour la région, soient la conséquence d'une hibernation en local bien abrité. Les éclosions se sont poursuivies assez régulièrement à un rythme accéléré pendant tout le mois de juin, atteignant leur maximum le 24 juin, en étroite concordance avec une hausse continue de température (du 20 au 24 juin, on enregistre 20° à 24° et une pression de 760 à 769), pour se terminer le 7 juillet.

En 1937, dans la même pièce, servant à l'entreposage des fruits de second choix, les premiers ont été observés le 31 mai — c'est à deux jours près la date de nos premières captures extérieures —; comme l'année précédente, les éclosions ont été continues pendant

le mois de juin, très nombreuses le 20 juin, puis elles ont diminué, surtout à partir de la première semaine de juillet; un seul papillon a été vu le 20 juillet. Sans doute faut-il attribuer à la fraîcheur exceptionnelle des nuits la plus longue durée d'éclosion des papillons.

En 1938, la persistance du froid en avril et mai a eu une influence incontestable sur la date des éclosions dans le même local; nous ne relevons les premières que le 12 juin, c'est-à-dire une quinzaine de jours plus tard que les années précédentes : elles ne devinrent continues qu'après le 16 juin et se terminèrent vers le 25 juillet.

Si dans la même ferme fruitière, nous descendons dans la pièce du bas, qui est protégée par de gros murs, et sert d'entrepôt au matériel de déballage, et dont la température est moins sujette aux variations de la température extérieure, nous constatons un retard très marqué dans les éclosions. Ici, en effet, en 1936, les premiers papillons n'ont été vus que le 25 juin, date des premiers grands vols dans les vergers; ils sont devenus très nombreux dès le début de juillet, atteignant leur maximum seulement le 18 juillet, qui marque une forte hausse de température (le 17, le thermomètre monta à 27°, le baromètre étant à 766). Les éclosions ont encore été nombreuses dans les journées qui suivirent, elles se terminèrent au début d'août.

En 1937, dont la seconde moitié du printemps fut beaucoup moins froide que celle de 1936, les éclosions ont commencé douze jours plus tôt, dès le 13 juin, le maximum s'est produit dans les premiers jours de juillet et les derniers papillons ont été vus le 5 août, comme en 1936.

En 1938 pour la raison déjà signalée, les éclosions n'ont commencé que le 4 juillet — le maximum se place vers le 20 juillet — pour se terminer vers le 10 août. L'année 1938 montre donc, dans un cas comme dans l'autre, un retard très sensible sur les années 1936 et 1937.

Ces observations contrôlées, qui ont porté sur des centaines de Carpocapses [1], nous permettent de tirer plusieurs conclusions, qui ne sont pas sans valeur pratique.

L'abaissement de la température au-dessous de 0° n'est pas indispensable à la rupture de la diapause, puisqu'il ne gèle jamais dans les locaux où les contrôles ont été effectués.

La date de début des éclosions diffère suivant les conditions d'hibernation des chenilles; elle est plus tardive dans les locaux protégés contre les variations de la température extérieure.

En 1936, dont la fin de mai et le début de juin furent exceptionnellement froids, et le début de l'été subitement chaud, la durée de la période d'éclosion a été plus longue dans les locaux soumis aux variations de la température extérieure : 47 jours contre 40 jours dans les locaux abrités, tandis qu'en 1937, dont les nuits printanières restèrent fraîches, malgré le beau temps, cette durée fut sensiblement la même (50 à 52 jours).

La période des grandes éclosions n'a pas dépassé au total quatre semaines; depuis 1935, aucun grand vol ne s'est produit avant le 20 juin, ni après le 30 juillet. C'est donc à cette époque que doivent se placer les dates des principaux traitements.

L'activité extérieure des papillons ne se manifeste que si la température est supérieure à 16° au crépuscule; les soirées calmes et orageuses leur sont les plus favorables.

Hibernation des chenilles.

Le Carpocapse hiverne à l'état de chenille adulte, protégée par une enveloppe soyeuse (*hibernaculum*), que celle-ci a tissée aussitôt qu'elle est sortie du fruit. Si nous nous basons sur les contrôles effectués en divers points de la Normandie, nous constatons que dans les régions fruitières, où les arbres sont bien nettoyés, ce n'est pas dans les vergers mêmes

[1] Il nous est arrivé de capturer plus de 200 papillons en une seule visite dans le même local. Ils étaient si nombreux chaque matin sur les vitres des fenêtres, qu'on les tuait avec des pulvérisations quotidiennes d'insecticide volatil, comme on l'aurait fait pour des mouches.

Fig. 1. — Entrepôt de cageots de déballage. (Louviers. Ferme fruitière de M. Duval.)

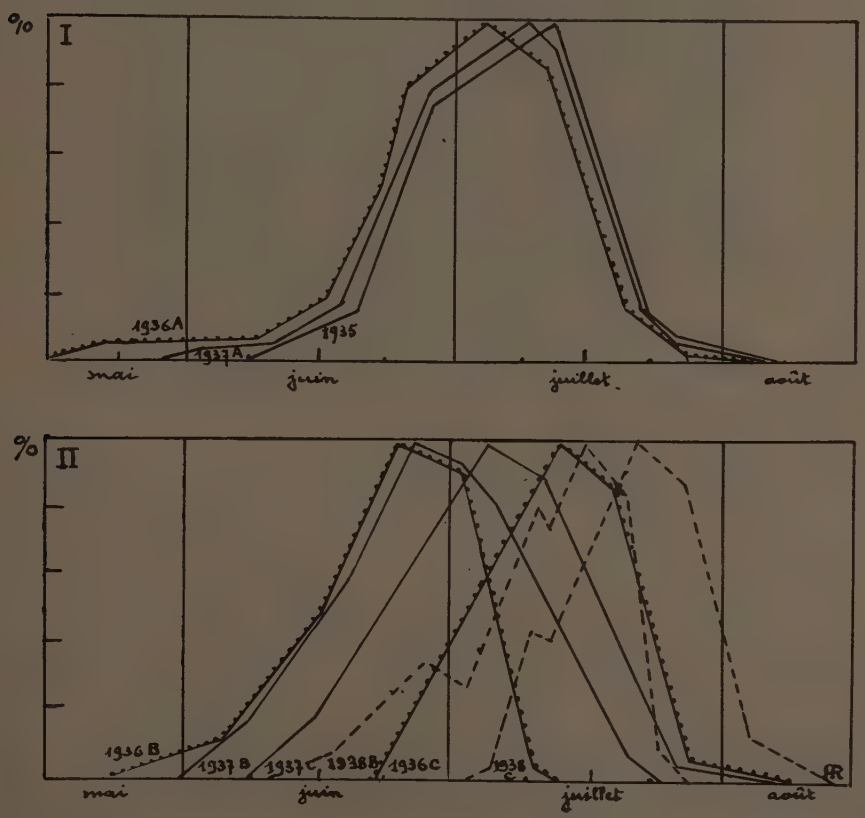


Fig. 2. — Graphiques comparés des vols de Carpocapse et des éclosions en locaux abrités.

I. Courbes des captures de papillons dans les pièges extérieurs de 1935 à 1937.

II. Courbes des captures de papillons dans les bâtiments de 1936 à 1938 :
B. pièce mansardée à usage de fruitier ; C. local servant d'entrepôt de matériel (rez-de-chaussée).

que les «vers» hivernent en plus grand nombre, mais dans les bâtiments avoisinants, et surtout dans les salles de triage des fruits, dans les entrepôts de cageots de déballage, et dans les fruitiers. C'est par centaines que nous avons pu y capturer en juin et juillet 1936, 1937 et 1938, les papillons ainsi que nous l'avons signalé plus haut; les chenilles y utilisent les moindres anfractuosités pour se dissimuler, et il faut une grande habitude pour les y découvrir. Les cageots de déballage, qui servent pour la cueillette des fruits, leur entreposage, avant le triage, et la mise en caisse ou au fruitier, en renferment le plus; nous avons compté jusqu'à 30 *hibernacula* dans un seul cageot.

Nous tenons à bien spécifier que ces observations ont été faites dans la région de Louviers, spécialisée dans la production des poires, et plus spécialement dans celle de la poire William's, qui est une des variétés les plus précoces; nous ne voyons pas *a priori*, les raisons qui pourraient s'opposer à ce qu'il en soit de même pour la production des pommes à couteau, mais nous attendons pour nous prononcer d'avoir pu en faire la vérification. Nous sommes convaincu que les centres de ramassage et de triage des fruits sont les plus favorables à l'hibernation des chenilles : ils groupent en effet des fruits de qualité diverse, et notamment des fruits véreux, qui résultent d'une application inopportune des traitements ou de la

Fig. 3. — Accumulation des *hibernacula* dans le fond d'une caisse ayant contenu des pommes véreuses. (On aperçoit les chrysalides des papillons éclos.) Rouen, juillet 1936. (Grossi 2 fois.)

négligence des arboriculteurs. Tant que les efforts des producteurs ne seront pas coordonnés et les traitements généralisés, il en sera ainsi, et les plus avisés verront leurs vergers envahis par les papillons, élevés par leurs collègues négligents.

L'abondance des chenilles hivernant dans les fruitiers, les entrepôts et les salles de triage montre la nécessité de surveiller étroitement tous les locaux, ainsi que le matériel servant aux manipulations des fruits; l'entreposage des cageots sous des hangars ou dans des bâtiments non fermés favorise la multiplication du Carpocapse; il faut donc veiller à ce qu'il soit fait dans des locaux également bien clos et si possible munis de fenêtres du même côté, de façon qu'au moment des éclosions, qui s'échelonnent normalement et suivant les conditions de mai à août, les papillons aillent se grouper sur les vitres, où il est facile de les détruire.

La capture des chenilles dans les cageots peut être facilitée, en disposant dans le fond de ceux-ci, au moment de la récolte des fruits du carton ondulé, ouvert de place en place pour permettre l'accès des ondulations aux «vers». Ces pièges sont à brûler, aussitôt que les cageots sont vides. Le grattage intérieur des cageots, et des tablettes des fruitiers est une recommandation intéressante pendant l'hiver, mais toujours assez longue, en raison de l'adhérence des enveloppes soyeuses.

Le piégeage est facile dans les locaux cités : il suffit d'y mettre de place en place des récipients à large ouverture, contenant de la lie de cidre acétifiée ou de l'eau miellée, ou même de l'eau mélassée; l'endroit le plus favorable est à côté des fenêtres.

Importance de la seconde génération.

Si nous nous en rapportons à nos élevages et à nos observations depuis 1934, la seconde génération n'a en Normandie qu'une importance tout à fait réduite; elle n'a pas dépassé 2 p. 100 dans le pourcentage annuel; les éclosions se sont produites dans la deuxième quinzaine d'août. Faut-il attribuer à cette seconde génération les attaques tardives? C'est probable, mais de nouveaux contrôles seraient nécessaires : pour en préciser l'importance, l'échelonnement des éclosions, subordonné aux conditions de rupture de la diapause, doit nous rendre très circonspect, car il est un fait : si la seconde génération paraît constituer une exception en Normandie, elle n'en existe pas moins. Nous avons recueilli en septembre de nombreux fruits contenant des «vers» : étaient-ils de la fin de la première génération, ou du commencement de la seconde? Nous ne pouvons l'affirmer. Ce

Fig. 4. — Pomme *Transparente de Croncels*, attaquée par l'Hoplocampe du Pommier : la larve est en place (grandeur nature). 6 juin 1937.

que nous avons constaté c'est que les «vers» de juillet ne nous ont pas donné en laboratoire de papillons plus tôt que les «vers» de septembre, ce qui tendrait à prouver que la somme de degrés nécessaire à la diapause n'en serait pas le seul facteur déterminant.

Carpocapse et Hoplocampe.

Un autre fait important est venu modifier notre opinion sur la valeur des observations relatives au Carpocapse : la découverte en Normandie de l'Hoplocampe du Pommier, qui est selon toute vraisemblance *Hoplocampa testudinea* Klug., dont les dégâts ont été signalés en 1922 dans la région du Sud-Ouest, par J. Feytaud [1], et qui est considéré comme un des grands ennemis des pommes en Hollande (J. Rizzema Bos, T. C. A. Schoevers, N. Van Poeteren), au Danemark (Thomsen), en Suède (A. Tullgren), en Allemagne et en Angleterre (F. C. Theobald).

[1] Feytaud (J.). — Les Hoplocampes ou vers cordonniers des fruits dans le Sud-Ouest de la France. (*Rev. Zool. Agric.*, Bordeaux, février 1924.)

Cette espèce, dont la biologie fut récemment étudiée dans le Lancashire et le Cheshire, par H. W. Miles (Cambridge, août 1932), ne figure pas à notre connaissance dans les catalogues [1] des Hyménoptères de Normandie.

L'importance de ses ravages dans la région d'Elbeuf et de Rouen sur les variétés de floraison précoce, et plus spécialement les *Transparentes* et la *Reinette de Caux* [2], semble bien indiquer qu'elle y est installée depuis un certain nombre d'années; tout nous porte à croire que les chutes précoces de fruits véreux signalés dans différents vergers doivent être attribuées à cet Hoplocampe, dont les dégâts ont été confondus avec ceux du Carpocapse.

Fig. 5. — Pomme ouverte, montrant la larve d'Hoplocampe et sa galerie. (Grandeur nature.)

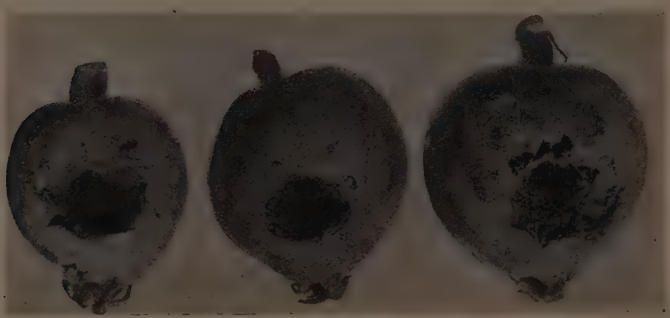


Fig. 6. — Dégâts caractéristiques de l'Hoplocampe du Pommier : le trou est béant. 6 juin 1937.

En 1937, nous avons récolté les premiers fruits véreux dès la fin de mai; ils étaient abondants au début de juin; après le 15 juin il ne restait plus que quelques rares larves dans les fruits (voir fig. 4 et 5). La larve (fausse chenille) avec sa petite tête arrondie, sa segmentation peu apparente, le nombre de ses pattes (10 paires, dont 7 de fausses pattes), sa couleur blanche, ne peut pour un œil averti être confondue avec la chenille du Carpocapse;

[1] Regnier (R.). — (Voir *Bull. Amis Sc. Nat.*, Rouen, n° 7, p. 7, 1937.)

[2] On nous a signalé également la *Pomme Pigeon*, la *Pomme Grelot* et le *Gros Locard*. (M. Ducord, Caudebec-les-Elbeuf.)

en outre elle dégage une forte odeur de punaise très caractéristique. Quant au dégât « il consiste en une large excavation (voir fig. 6) qui englobe les pépins et communique avec l'extérieur par une courte galerie béante » (J. Feytaud).

Si nous en jugeons par le nombre de fruits attaqués, qui restent sur les arbres, après la sortie des larves, celle-ci se ferait normalement avant leur chute. La nymphose s'opère dans le sol, dans un cocon soyeux, d'où l'insecte parfait sort au printemps suivant pour pondre dans les fleurs. Il est possible qu'il y ait en Normandie, comme l'a signalé Theobald en Angleterre, une seconde génération partielle, mais nous n'avons pu jusqu'ici en avoir la confirmation.

La question de l'Hoplocampe du Pommier revêt une importance d'autant plus grande pour la Normandie que la région a tendance à s'orienter de plus en plus vers la production de la pomme à couteau, et que son climat, très voisin de celui de l'Angleterre, est très favorable à la multiplication de ce nouveau ravageur. Sa présence montre la nécessité de ne pas supprimer le traitement mixte effectué à la chute des pétales, que l'on a tendance à négliger à cause des vols tardifs de Carpocapse.

Les expériences de F. R. Petherbridge (1929) avec la nicotine, celles d'Austin Jary et Martin dans le Kent (1932), avec la bouillie bordelaise nicotinée, celles de M. H. Moore à East Malling (1933) avec l'arséniate de plomb, et celles plus récentes de Steer et Thomas à la même Station (1935) ont montré l'efficacité des traitements postfloraux, avec une bouillie cupro-arsenicale ou avec une bouillie sulfocalcique nicotinée; la première pulvérisation étant effectuée quelques jours après la chute des pétales, et la seconde une quinzaine de jours plus tard. Les solutions sulfocalciques nicotinées ont l'avantage d'être également efficaces contre les défoliateurs, les Capsides et les Pucerons, ainsi que nous avons pu nous en rendre compte au cours de divers essais.

Traitements.

Pulvérisations. — La question des traitements dans la lutte contre le Carpocapse se trouve en partie résolue par les connaissances acquises depuis quelques années sur sa biologie; celles-ci nous permettent en effet de déterminer leur opportunité avec suffisamment de garantie. Le fait qu'en Normandie les grands vols se produisent depuis quatre ans du 20 juin au 20 juillet et exceptionnellement en 1938 jusqu'à la fin de juillet nous a permis de conseiller aux arboriculteurs de traiter dans les conditions les plus satisfaisantes, et d'obtenir des résultats qui prouvent l'efficacité du contrôle, puisque dans beaucoup de cas, le pourcentage des fruits véreux n'a pas dépassé 3 à 4 p. 100 parfois moins.

Plutôt que d'entrer dans le détail des essais, nous croyons préférable de citer deux exemples significatifs : celui d'une ferme fruitière de Louviers (M. Duval) et celui de l'École d'Agriculture du Neubourg (M. Rontaix, directeur).

Au Neubourg, trois traitements ont été effectués contre le Carpocapse en 1937 avec la formule suivante :

Arséniate diplombique	600 grammes.
Huile blanche d'été (huile de pétrole raffinée)	1 litre.
Eau	100 litres.

Le premier, le 1er juin; le second, le 20 juin; le troisième, qui était prévu pour le 10 juillet n'a pu être exécuté que le 19 juillet.

Le nombre des arbres traités a été :

Poiriers (50 variétés)	Espaliers	150	Témoins	6
	Contre-espaliers	505	—	4
	Pyramides	8	—	2
Pommiers (40 variétés)	Contre-espaliers	1.034	—	10

Les résultats ont été parfaits : le pourcentage des fruits véreux a été inférieur à 1 p. 100 ; sur les contre-espaliers non traités, celui des fruits atteints avant maturité a été de 45 p. 100, auxquels s'ajoutent plus 11 p. 100 de fruits véreux restés aux arbres, ce qui donne 56 p. 100 de fruits contaminés. Sur les espaliers non traités, le pourcentage ne dépasse pas 30 p. 100, ce qui tendrait à prouver que le Carpocapse les attaque moins. Par contre dans un jardin voisin, non traité, et qui ne reçoit généralement aucun traitement, même de nettoyage, le pourcentage a dépassé 70 p. 100.

Ces chiffres sont éloquents et prouvent l'efficacité de la méthode.

A Louviers, où le traitement a été effectué sur plusieurs milliers de Poiriers, parmi lesquels domine la variété *William's*, les meilleurs résultats ont été obtenus en 1937 avec les formules mixtes suivantes :

Premier traitement (26 au 30 avril) :

Oxychlorure de cuivre.....	1 kilogramme.
Arséniate diplombique.....	0 kg. 800.
Nicotine.....	0 kg. 100 (à 0 kg. 500).
Eau.....	100 litres.
Adhésif du commerce.....	0 kg. 100.

Deuxième traitement (13 au 22 mai) : même formule, mais avec 1.200 grammes d'oxychlorure

Troisième traitement (20 juin) : même formule que 2.

Quatrième traitement (6 au 8 juillet) : même formule, mais sans nicotine [1].

Le pourcentage des fruits véreux a été de 1 à 2 p. 100, par contre celui des fruits tavelés a été assez élevé (15 p. 100), la persistance du mauvais temps ayant empêché de faire le premier traitement préventif habituel, à la chute des pétales.

En 1936, en raison des gelées printanières tardives qui firent tomber une grande partie des fruits, il n'a été fait avec la même formule que deux traitements, le premier du 23 au 27 mai, le second du 24 juin au 4 juillet, cependant le pourcentage des poires *William's* véreuses n'a pas dépassé 3 p. 100 dans la même exploitation ; il est à noter toutefois qu'il a atteint 10 p. 100 dans d'autres variétés, comme la *Doyenné Boussoch.*

Nous avons fait allusion, au cours de notre exposé, aux résultats obtenus en 1935 par les arboriculteurs de la région de Louviers à la suite de deux pulvérisations cupro-arsenicales effectuées l'une du 15 au 20 juin, l'autre du 7 au 15 juillet. Le fait pour un seul exploitant d'avoir pu mettre sur le marché plus de 240.000 poires *William's,* absolument impeccables, et livrées en cageots standardisés, se passe de tout commentaire.

Les gelées printanières de 1938 ayant anéanti la plus grande partie de la récolte des poiriers dans la région de Louviers, il est difficile de tirer des conclusions pratiques des traitements effectués. On aura une idée de l'importance des dégâts par la production d'une route de poiriers *William's* qui donna une cinquantaine de fruits en 1938, contre plus de 6.000 en 1937. Les arboriculteurs se sont contentés d'effectuer des traitements de défense contre la tavelure, les défoliateurs, et les suçeurs et n'ont traité, pour la plupart, contre la Carpocapse que dans la seconde quinzaine de juin. Le pourcentage des fruits véreux a malgré ce seul traitement été insignifiant.

Importance de l'ensachage des fruits. — Sans vouloir anticiper sur les recherches qui sont actuellement poursuivies à l'École fruitière de Rouen sur l'ensachage des fruits, nous devons cependant signaler son importance pour la protection contre le Carpocapse.

Dans notre note à l'Académie d'Agriculture en 1935 nous avons cité l'exemple d'un lot de *William's* et de *Beurré d'Amanlis*, qui n'ayant reçu aucun traitement, ne comptait qu'un

[1] L'addition de nicotine a été rendue nécessaire au traitement de juin par suite de l'abondance des Psylles.

pourcentage infime de fruits véreux (1 à 2 p. 100) grâce à l'ensachage pratiqué du 3 au 23 juin ; l'extension de l'expérience en 1937 à un lot de 40.000 fruits à Louviers a été concluante : l'ensachage pratiqué après le traitement de fin mai, dans la première quinzaine de juin, a donné 100 p. 100 de fruits sains.

M. Le Graverend nous communique les chiffres suivants pour 1938, à l'École fruitière de Rouen :

Fruits non ensachés.....	17,28 p. 100 véreux.
Fruits ensachés.....	1,82 p. 100 véreux.

Les recherches sont poursuivies pour déterminer l'influence de l'ensachage, à diverses périodes, sur la qualité et le grossissement des fruits de certaines variétés.

Emploi des ceintures-pièges. — Nous inspirant des indications données par J. Dufrenoy [1], à la suite de son voyage en Californie, nous avons expérimenté depuis 1935 l'utilisation des bandes en carton ondulé pour capturer les chenilles à leur sortie des fruits. Ce procédé nous a donné de bons résultats dans les vergers de pommiers de plein vent non traités ;

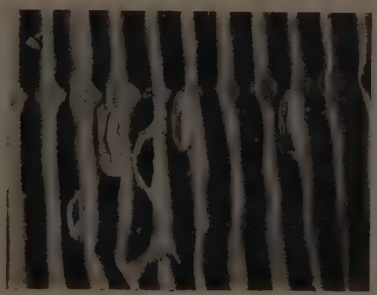


Fig. 7. — Bande de carton ondulé imprégnée de bétanaphtol, utilisée pour le piégeage des chenilles de Carpocapse.

nous avons trouvé jusqu'à 35 chenilles sous une bande de 80 centimètres de développement, sur 16 centimètres de large, mais ce n'est là qu'un procédé de fortune, insuffisant pour protéger complètement la récolte, et qui ne donne de résultats appréciables que si la méthode est généralisée ; elle ne saurait en tout cas dispenser de l'application de traitements insecticides. Les bandes doivent être posées en juin, afin de capturer en même temps d'autres chenilles, et enlevées en hiver ; il est bon d'aplanir l'écorce avant de les poser, et d'en ouvrir de place en place les ondulations, pour en faciliter l'accès aux chenilles (Pivert).

Nous avons contaté que l'imprégnation des bandes avec du bétanaphtol (600 gr. pour un litre d'huile de paraffine) ne nuisait nullement à leur pouvoir attractif (voir fig. 7) et permettait de tuer les chenilles dans la proportion de 95 à 98 p. 100. La dépense s'élevait à environ 1 franc du mètre en 1936.

Le bétanaphtol a l'avantage d'imperméabiliser le carton et de tuer les chenilles hibernantes sur place, mais étant donné son prix de revient, et la faible importance de la seconde génération en Normandie nous pensons qu'on peut parfaitement s'en dispenser, si l'on enlève et brûle les bandes à l'automne ou même pendant l'hiver, puisque les chenilles sont en diapause.

Malgré la valeur de ce procédé, il est assez difficile d'évaluer le pourcentage des chenilles

[1] Dufrenoy (J.). — Technique et organisation de la lutte contre les ennemis du Pommier aux États-Unis. (*Bull. Soc. Cent. Hort. Seine-Inférieure,* Journées pomologiques de Rouen, p. 57 à 74, 1934.)

capturées, en raison de la dispersion de celles-ci, et surtout de celles qui sont introduites dans les entrepôts de fruits au moment de la récolte.

La méthode ne saurait dans tous les cas s'appliquer à des exploitations fruitières, rationnellement conduites. L'exemple des pomiculteurs de Saint-Paterne en Eure-et-Loir[1] spécialisés dans la production de la *Reinette du Mans* ou *Pomme de Jaune* est significatif, et montre que la pratique des traitements multiples, malgré les frais qu'elle occasionne, reste très rémunératrice, même avec une variété populaire à grand rendement.

Conclusion [2].

La lutte contre le « Vers des Pommes » a fait en Normandie depuis 1934 des progrès décisifs, dont il appartient aux producteurs de tirer tout le parti qu'il convient. Les résultats sont là, qui prouvent que l'époque pendant laquelle les grands vols sont à craindre, est tardive et ne dure guère plus d'un mois, mais qu'il est prudent dans les années de printemps doux de ne pas attendre ceux-ci pour traiter, car dans la première quinzaine de juin se produisent des vols partiels, qui contaminent les fruits hâtifs. Ils ne doivent pas nous faire oublier d'autre part que la lutte contre le Carpocapse ne constitue qu'un chapitre de la production du fruit sain; sans parler des tordeuses et des défoliateurs, qui peuvent l'entamer, le fruit à pépins est en butte à l'attaque de ravageurs, comme la Cécidomyie, les Hoplocampes, les Capsides, la Tavelure, la Moniliose, qui le détruisent ou le déprécient. De l'heure où il est formé jusqu'à celle où on le consomme, c'est une lutte perpétuelle, qu'il lui faut soutenir contre ses ennemis, et dont il ne sortira indemne qu'à la condition que l'arboriculteur le protège; ce n'est donc que par une combinaison rationnelle des traitements fongicides et insecticides qu'il y parviendra.

L'avenir nous dira, les circonstances aidant, la portée qu'il faut attacher en Normandie aux attaques secondaires de Carpocapse, notamment sur les variétés tardives. Pour l'instant contentons-nous d'enregistrer ces premiers succès. Nous sommes persuadé que l'étude de la sensibilité relative de certaines variétés nous en apportera d'autres plus tangibles encore; elle fait partie du programme de notre laboratoire.

[1] Regnier (R.). — Les enseignements d'une grande expérience de traitement des Pommiers de plein vent. (*Bull. Ass. Fr. Pom.*, Congrès de Beauvais, 1938.)

[2] Au terme de cette étape, je tiens à remercier tous ceux qui ont collaboré à ces recherches, en particulier, MM. Ruelloux (J.) et Commeau (J.), ingénieurs horticoles; MM. Duval et Garnier, secrétaire et président du Syndicat des producteurs de la région de Louviers; MM. Briquet, Dugord et Robert de Caudebec-les-Elbeuf; MM. Michel et Rontaix, du Neubourg, enfin je remercie dans la personne de son distingué président M. Le Gravereend (E.), tous mes collègues du Comité de Pomologie de Haute-Normandie, qui en toutes circonstances m'ont apporté le plus bienveillant appui et m'ont fait bénéficier de leurs observations et de leurs expériences. Sans leur concours, nos recherches n'auraient jamais pu avoir la portée qu'on se plait à leur reconnaître aujourd'hui.

CINQ ANNÉES DE RECHERCHES SUR LE CARPOCAPSE (*LASPEYRESIA POMONELLA* L.) EN FRANCE

PAR

A. Balachowsky,
Directeur de laboratoire
à la Station centrale de Zoologie agricole.
Professeur à l'École nationale d'Agriculture
de Grignon.

ET

G. Viennot-Bourgin,
Maître de conférences
à l'École nationale d'Agriculture de Grignon.

Introduction.

Pendant cinq années, de 1933 à 1938, la majeure partie de notre activité scientifique fut consacrée aux recherches sur le Carpocapse ou «ver des pommes» (*Laspeyresia pomonella L.*).

Nous avons entrepris ces travaux à la suite de nombreuses plaintes qui nous sont parvenues au cours des années 1932, 1933 et 1934, de la part d'arboriculteurs de diverses régions de France, qui se trouvaient dans l'impossibilité de sauvegarder leur récolte, malgré l'application rigoureuse des méthodes de lutte qui leur étaient conseillées à l'époque par la plupart des organisations officieuses ou officielles. Cet état de chose devenait particulièrement alarmant, du fait qu'il risquait d'annihiler l'effort considérable entrepris à ce moment dans différentes régions de notre territoire dans le but de revaloriser nos vergers de production de pommes et de poires de table. Cet effort s'imposait d'autant plus que nos fruits, éliminés successivement de la plus grande majorité des marchés étrangers, se trouvaient concurrencés à leur tour sur notre propre marché par les productions américaine, néo-zélandaise, australienne ou sud-africaine qui avaient surtout pour elles leur parfaite présentation et un état sanitaire excellent.

Dès 1932, nous avons constaté en effet, dans de nombreux vergers de pommiers et de poiriers, que les méthodes de lutte conseillées alors pour détruire le carpocapse se révélaient sans efficacité contre cet insecte et que les arbres traités par ces procédés étaient, le plus souvent, tout aussi contaminés que ceux délaissés par leurs propriétaires.

Antérieurement à 1933, les traitements préconisés par la plupart des manuels de vulgarisation se résumaient en une suite de pulvérisations arsenicales, s'échelonnant du début de

la floraison à la chute complète des pétales; cette dernière opération, en particulier, était considérée comme d'une importance capitale. Elle était visiblement inspirée du *calix spray* des Américains et avait pour but de déposer dans l'œil du fruit une quantité d'arsenic suffisante pour former une «réserve» susceptible d'empoisonner la chenille au moment de sa pénétration à l'intérieur de la pomme. Ces traitements devaient être effectués assez rapidement après la floraison, car dès la nouaison, c'est-à-dire quelques jours après la chute des pétales, le réceptacle se refermant, repoussait devant lui le calice, empêchant ainsi la pénétration et l'emprisonnement du liquide insecticide à l'intérieur du fruit. Les autres traitements post-floraux s'inspiraient eux-mêmes plus ou moins des circulaires américaines et principalement de celles en vigueur dans les États de l'Est des États-Unis (Delaware, New-Jersey, New-Hampshire, etc.).

L'échec des méthodes américaines, appliquées à nos vergers, nous fit immédiatement supposer qu'en France, tout au moins dans le bassin de la Seine et de la Loire ainsi que dans toutes les régions situées au Nord de cette limite, le cycle évolutif de *Laspeyresia pomonella* était différent de celui décrit aux États-Unis par différents auteurs. L'absence quasi-totale, dans la bibliographie française de l'époque, de travaux biologiques originaux comparables aux remarquables études américaines de Selkreeg (1928), Yothers (1931), Newcomer (1926), Van Leeuwen (1929), Simanton (1915), Siegler (1915), Smith (1926), ou aux travaux suisses de Wiesmann (1927), Faes et Bovey (1933), vint renforcer notre opinion et nous a incité à entreprendre l'étude biologique de *L. pomonella* sur des bases nouvelles. Il nous était impossible en effet de tenir compte des statistiques publiées antérieurement à 1932 sur le nombre de papillons capturés dans les pièges mélassés, captures sur lesquelles des courbes de fréquence de vol ont été publiées. Ces observations, peu nombreuses d'ailleurs, étaient pour la plupart imprécises.

Pour bien situer le problème du carpocapse, il fallait reprendre l'étude du comportement de *L. pomonella* par des élevages suivis, pendant plusieurs années consécutives d'abord en laboratoire, puis en plein air. Parallèlement à ces recherches, de nombreuses observations, contrôles, recoupements devaient être effectués dans les vergers. La biologie de l'insecte une fois bien précisée, la mise au point des méthodes de lutte devait s'en trouver considérablement facilitée.

Le Centre d'études pour les recherches sur la biologie de *L. pomonella* a été établi dès 1934 à notre Laboratoire de l'École nationale d'Agriculture de Grignon, où, grâce au bienveillant appui de M. Bonafé, alors Directeur de l'École, un insectarium a été construit et nous a permis de poursuivre nos recherches dans les conditions naturelles; un verger de plusieurs hectares fut également mis à notre disposition pour ces travaux. Ces recherches furent complétées par de nombreuses observations de plein air faites dans divers vergers de l'Ile-de-France, de l'Orléanais, de l'Anjou, de la Touraine et de la Sarthe, grâce aux facilités de déplacement qui nous furent accordées par M. Saulnier, alors Chef du Service de la défense des végétaux. Au cours de ces travaux, un contact permanent a été entretenu avec divers de nos collègues et correspondants, contact qui nous a permis de confirmer ou d'infirmer de nombreux points importants concernant le comportement du carpocapse dans différentes régions de France (Ouest, Normandie, Saintonge, Nord).

C'est l'ensemble de ces travaux qui nous a permis de préciser la biologie du Carpocapse dans toute la France moyenne.

Les recherches relatives à l'établissement des méthodes de lutte ont été poursuivies à partir de 1935 sur le domaine de l'École nationale d'Agriculture de Grignon, elles ont été terminées en 1937 par la mise au point d'une «méthode standard» se résumant en une série d'opérations très simples effectuées à partir du 1er juin, quels que soient le lieu, la variété traitée et les conditions climatiques de l'année.

Sur la demande et avec l'appui de MM. Gay et Gondé, inspecteurs généraux de l'Agriculture, cette méthode fut expérimentée sur une vaste échelle dans les conditions de la pratique courante dans divers vergers de pommiers et de poiriers de France. Ces expériences, que nous décrirons en détail (*cf.* p. 153) ont porté sur un total approximatif de

100.000 kilogrammes de fruits et ont confirmé toute la valeur pratique des traitements de printemps tardifs dans la lutte contre le Carpocapse, tels que nous les avons mis au point en 1936 et 1937. Ces méthodes se sont vulgarisées avec succès dans un grand nombre de vergers de France au cours de l'année 1938 et ont consacré par là-même la mise au point définitive du problème du Carpocapse. Le résultat de ces recherches a été publié au fur et à mesure, dans toute une série de notes ou de comptes-rendus parus dans différents périodiques (Balachowsky 1937, 1937[a], 1937[b], 1938; Balachowsky et Mesnil 1935; Balachowsky et Viennot-Bourgin 1935, 1936, 1938; Viennot-Bourgin 1938). Le mémoire que nous présentons aujourd'hui est destiné à réunir ces différents travaux, afin d'en faire un ensemble aussi complet que possible.

I. Position systématique et description.

Le genre *Laspeyresia*[1] Hübn auquel appartient *L. pomonella* L. fait partie de la sous-famille des *Epiblemnae* dans la vaste famille des *Tortricidae*. Cette sous-famille (*Epiblemnae*) renferme d'autres genres possédant de nombreuses espèces nuisibles, tels que les *G. Polychrosis* Hb.[2], *Argyroploce* Hb.[3], *Tmetocera* Ld.[4], et *Evetria* Hb.[5].

Le genre *Laspeyresia* Hb. lui-même, en dehors du «Ver des pommes», renferme toute une série d'autres espèces dont certaines causent de gros ravages aux plantes cultivées; nous citerons en particulier, parmi les représentants européens : *L. funebrana* Trets. et *L. Lobarzewski* Nov.[6] ou «Ver des prunes»; *L. molesta* Busk. ou «Tordeuse orientale du Pêcher»[7]; *L. splendana* Hb. ou «Ver des châtaignes»; *L. grossana* Hw. vivant dans les faînes et occasionnellement dans les châtaignes; *L. dorsana* F. et *L. nigricana* Steph., vivant dans les pois; *L. wæberiana* Schiff. dont la chenille xylophage fore l'aubier des Amygdalées, *L. roseticolana* Zell.[8], signalé dans les fruits d'Églantier.

En dehors de ces quelques espèces nuisibles, il en existe d'autres dont l'intérêt économique est très secondaire; nous citerons en particulier : *L. amplana* Hb. dont la chenille est signalée dans les noix et les noisettes; *L. strobilella* L. qui évolue dans les cônes de divers *Picea; L. pactolana* L. sur les pins et d'autres conifères.

La grande majorité des représentants du genre *Laspeyresia* possèdent des chenilles qui hivernent durant une longue période dans un *hibernaculum* à l'état de larve du cinquième stade en diapause. La nymphose est printanière et la sortie des papillons généralement assez tardive. Les adultes sont pour la plupart crépusculaires ou nocturnes; ils craignent la lumière et la sécheresse excessive. La majorité des espèces possèdent plusieurs générations au cours de la belle saison, dont le nombre est souvent fonction des conditions climatiques.

Description. — *L. pomonella* L. se distingue facilement de ses congénères par sa couleur; il ne peut être confondu avec aucune autre espèce du genre, ni même avec aucun autre représentant de la famille des *Tortricidae*.

(1) Ce genre groupe actuellement des espèces qui autrefois ont fait successivement partie des genres *Carpocapsa* Tr., *Grapholita* Tr. et *Cydia* Wochm.

(2) Notamment *Polychrosis botrana* Schiff. ou «Eudémis de la Vigne».

(3) Le genre *Argyroploce* renferme toute une série de tordeuses nuisibles vivant aux dépens du feuillage des arbres fruitiers et des plantes d'ornement, principalement sur les rosacées.

(4) Espèces aux mœurs sensiblement identiques à celles des *Argyroploce*.

(5) Le genre *Evetria* renferme toute une série d'insectes nuisibles aux conifères, dont *E. buoliana* Schiff, ou «Tordeuse des bourgeons de pin» est la plus commune en France.

(6) — *L. prunivorana* Rag. dont la chenille est signalée dans les prunes de l'Ouest de la France et en Asie mineure.

(7) Espèce vraisemblablement originaire d'Australie, accidentellement introduite en Italie et dans le Midi de la France (Alpes-Maritimes et Var) où elle s'est acclimatée dans toutes les plantations de pêchers et d'amandiers de la zone littorale.

(8) = *Grapholita tenebrosa* Dup.

Le papillon mesure de 15 à 19 millimètres d'envergure, ses ailes antérieures sont larges, subrectangulaires. Leur coloration est d'un gris fer chagriné, formé d'un fond clair striolé transversalement de nombreuses lignes vermiculaires gris foncé (fig. 1). Le tiers basilaire de l'aile, chez la grande majorité des individus, est plus foncée. L'extrémité de l'aile est occupée par une large tache semilunaire dirigée dans le sens tranvsersal, à fond brun, bordée de deux liserés bronzés, brillants en forme de parenthèse. La frange des ailes antérieures est fine et dorée. Les ailes inférieures sont d'un brun cuivré, à reflets dorés, plus sombres sur leur bordure, finement ciliées sur leur pourtour. Vues en dessous, les ailes antérieures et postérieures sont concolores, d'une couleur cuivrée uniforme et satinée. Le thorax est velu, à coussinets bien marqués d'un gris fer comme les ailes. Les antennes sont fines et filiformes, l'abdomen est en partie dénudé sur sa face dorsale (principalement chez les femelles), et recouvert en dessous d'écailles argentées. La coloration des individus est assez constante, on observe, comme chez la plupart des autres *Laspeyresia,* des formes claires et des formes foncées. (1)

Ces caractères ne s'appliquent qu'aux papillons frais et en parfait état de conservation.

Fig. 1. — *Laspeyresia pomonella* L. Papillon ♀ adulte × 5.

La détermination rigoureuse des individus frottés, pris dans les pièges, ou qui se sont longtemps débattus dans la nature ou dans les cages, ne peut se faire que par un examen microscopique détaillé des nervures des deux ailes. Praviel (1937) a bien voulu publier récemment, sur notre demande, une description détaillée de *L. pomonella* où il développe tous les caractères de la nervulation; nous reportons donc à cet excellent travail pour tout détail complémentaire.

Le dimorphisme sexuel est très peu accusé chez *L. pomonella,* les caractères du mâle sont identiques à ceux de la femelle, et, ni la taille, ni la coloration, ni le développement de l'abdomen, ne permettent de différencier les sexes entre eux.

Cette distinction ne peut se faire qu'en se basant sur deux caractères essentiels qui sont

(1) Les individus qui se développent dans les noix (cf. *infra*) affectent souvent une couleur plus claire, surtout à la base de l'aile antérieure. Cette différence de coloration qui n'est pas constante a incité certains auteurs à créer une variété spéciale de *L. pomonella* vivant aux dépens des noix (*L. pomonella* L. var. *putaminana* Stgr.).

d'une part les *genitalia* ou armures génitales, difficiles à examiner sur les insectes vivants, et d'autre part le *frein alaire* situé à la base de l'aile postérieure. Celui-ci a été figuré par

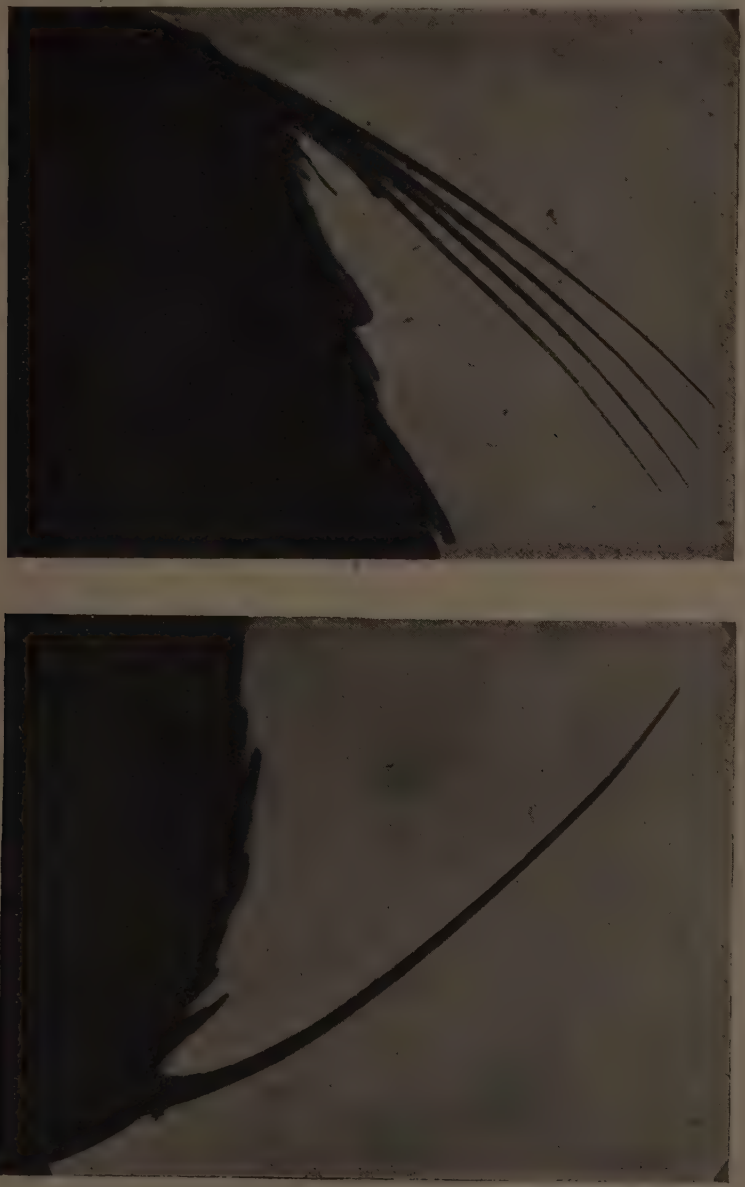


Fig. 2. — Frein alaire de *L. pomonella* (*en haut :* de la femelle ; *en bas :* du mâle). (D'après Praviel.)

Praviel (cf. 1937) ; il est composé d'un crin unique chez le mâle s'engageant dans un rétinacle subcostal de l'aile antérieure ; chez la femelle, ce même frein est constitué par 3 à 5 crins provenant de la division du crin initial. (Fig. 2.)

II. Aire de répartition géographique. — Origine. — Régime alimentaire.

L. pomonella est originaire de la région euro-sibérienne où son aire de répartition s'étend sur un très vaste territoire (fig. 3.). Au Nord, ses dégâts ont été signalés en Suède, dans le Nord-Ouest de la Russie, en Écosse et en Irlande [1].

Dans les régions tempérées de l'Europe, il est abondant partout même dans les massifs montagneux jusqu'à une altitude de 1.000 à 1.500 mètres (Alpes, Pyrénées). Ses dégâts sont classiques en Allemagne, en France, en Angleterre (Theobald); en Suisse, en Hollande, en Pologne, en Ukraine, en Russie orientale jusqu'en Sibérie (Aristow 1936) où sa présence

Fig. 3. — Carte montrant l'aire de répartition géographique mondiale de *L. pomonella*.

a été signalée jusqu'aux contreforts de l'Himalaya dans les vallées du massif de l'Altai. Moritz (1928) le signale en Perse comme très nuisible. Dans le sud de la région paléarctique, on trouve *L. pomonella* abondant dans toute la région méditerranéenne, en Égypte, en Syrie, en Palestine (Bodenheimer, 1928), en Algérie (Delassus, Balachowsky et Lepigre 1930, Frézal 1938), au Maroc (De Lepiney et Mimeur, 1932; Bremond, 1938), en Bulgarie

(1) Certains auteurs ont émis l'hypothèse que le Carpocapse était une espèce exotique introduite en Europe soit d'Amérique, soit d'ailleurs. Cette idée est inexacte car le Carpocapse est connu depuis le plus haute antiquité. Théophraste (371 av. J.-C.) en fait mention dans ses écrits (lib. V, cap. 4) et Claudius Aelianus prouve qu'il n'était pas ignoré du monde romain (*Tiergeschichten, Traduc.* Jacob, *Stuttgart*, 1839-1841). Les auteurs de la Renaissance l'ont bien observé, notamment Ulyse Aldrovadni (1560) et plus tard l'illustre naturaliste florentin Redi, qui signale en 1668 sa présence dans les pommes et les poires. Sensiblement à la même époque le hollandais Goedart (Jean) [*Metamorphosis naturalis* 1665, vol. I, p. 46] mentionne sa présence dans les poires à couteau et donne le premier une figure du papillon. Parmi les auteurs qui antérieurement, à l'époque linéenne, ont étudié le Carpocapse, il y a également lieu de citer l'anglais Listen (Martin), le bavarois Frisch (Johann-Leonard) qui l'ont observé dans les poires et les pommes en Bavière, et enfin, notre célèbre compatriote Réaumur. (*Mem. pour servir à l'hist. des Insectes*, t. III, p. 477 et suiv., Paris 1734.)

(Tchorbadjew, 1928), en Espagne (Del Canizo, 1928) et dans toute l'Italie (Silvestri, 1917). On le trouve également répandu dans tout le bassin de la Mer Noire où il se montre particulièrement nuisible aux cultures du pommier en Crimée. Tout récemment, notre collègue F. S. Bodenheimer (*in litteris*) nous a signalé cette espèce comme un des ennemis les plus sérieux des arbres fruitiers en Turquie. En Chine septentrionale, en Corée et dans le Mandchoukoo, il semble faire complètement défaut comme en Sibérie centrale et orientale, malgré les peuplements abondants de pommiers sauvages existant dans toute cette région. On le trouve au Japon (Clausen), où son introduction est certaine et où ses dégâts ne paraissent pas très importants. Pruthi signale *L. pomonella* aux Indes anglaises dans la région de Delhi.

Le carpocapse a été introduit depuis fort longtemps aux États-Unis, au Canada, en Nouvelle-Zélande, en Australie, en Afrique du Sud, en Argentine, dans l'Uruguay, au Chili, dans l'Équateur et nous l'avons trouvé dans l'île de Madère au cours de notre mission de 1936. Dans toutes ces régions, son importance économique est considérable ; Thomson estime qu'aux États-Unis la perte occasionnée par le carpocapse se chiffre annuellement à 300 millions de francs.

En France, les dégâts du carpocapse s'exercent partout, aussi bien dans les vergers de plaine que dans les plantations des régions montagneuses (Auvergne, Cévennes, Alpes, Pyrénées) ; certaines années, 80 p. 100 des fruits sont véreux et impropres à la consommation ; ce déchet formidable empêche l'approvisionnement régulier des marchés nationaux en pommes de tables. Les dégâts occasionnés aux pommiers à cidre en Normandie et en Bretagne sont aussi importants mais, le plus souvent, les fruits véreux vont au pressoir avec les fruits sains sans aucun triage préalable.

Régime alimentaire. — *L. pomonella* est susceptible d'évoluer aux dépens d'un grand nombre d'espèces botaniques, cependant il est des essences qui constituent son habitat normal, courant, alors que d'autres ne forment que son habitat secondaire ; enfin, il est des fruits où la chenille a été signalée tout à fait exceptionnellement (*habitat exceptionnel*). L'habitat normal du Carpocapse est constitué par les fruits des Pomacées et en particulier par les Pommes, les Poires et les Coings [1] ; il est probable que la Chenille évolue également dans les sorbes, mais peu d'observations sont venues jusqu'ici confirmer cette hypothèse [2]. Les noix sont très couramment attaquées, en France, des dégâts importants sont enregistrés dans les noyeraies de l'Isère où l'insecte a été étudié par Paillot (1930) ; les auteurs américains et italiens considèrent également le Carpocapse comme un ennemi redoutable des noix. (Quayle, 1926 ; Boyce, 1935 ; Klein, 1925 ; Malenotti, 1937.)

L. pomonella vit secondairement aux dépens des fruits des Amygdalées, et bien que des dégâts fréquents aient été signalés et observés par divers auteurs et par nous-mêmes dans les Pêches, les Prunes et surtout les Amandes, il n'en reste pas moins un hôte secondaire des fruits à noyau (Smith, 1929 ; Bovey, 1927 ; Hauessler, 1932). Dans les Pêches, le Carpocapse est fréquent à l'arrière-saison ; dans les vergers des Alpes-Maritimes, Haessler (1932) a compté en août 1931 que sur 100 fruits véreux 58 p. 100 étaient attaqués par *Laspeyresia molesta* Busk., 12 p. 100 par *Anarsia lineatella* Z. et 30 p. 100 par *Laspeyresia pomonella*. Nous avons reçu en septembre 1933 de M. Cuisance, d'Orléans, de nombreuses pêches attaquées par *L. pomonella* et cette attaque s'est également manifestée la même année, dans le Maine et l'Anjou. [3]

On trouve *L. pomonella* assez fréquemment dans les prunes (associé ou non à *L. funebrana*), mais la mortalité des chenilles évoluant dans ces fruits est assez élevée en raison de l'exsudation gommeuse qui en découle. Sa présence a été signalée par divers auteurs dans les

[1] La présence de la chenille dans les coings est très fréquente en Amérique, alors que chez nous elle est nettement plus rare.

[2] Wellhouse signale *L. pomonella* dans les fruits d'aubépine et de rosier.

[3] Les chenilles évoluant dans les pêches affectent une couleur nettement plus rouge.

abricots et nous l'avons constatée en abondance dans les amandes douces dans les départements des Basses-Alpes et des Bouches-du-Rhône. [1] [2]

Picard l'a observé en nombre dans les khakis à Montpellier, alors que sa présence paraît tout à fait exceptionnelle dans ces fruits en Algérie et dans les Alpes-Maritimes où nous ne l'avons jamais remarqué. [3]

Fig. 4. — Feuille de Pommier dévorée par une chenille de *L. pomonella* L. (Cliché E. Malenotti, Vérone, Italie.)

Un habitat accidentel pour *L. pomonella* peut être constitué par divers fruits, notamment les nèfles du Japon (*Eriobothrya japonica*), les cerises (observations américaines) les grenades (Uvarow, dans le Caucase) et même les oranges et le melon. Lorsque le Carpocapse évolue dans les fruits, il n'entame la pulpe que pour se frayer un passage et pénètre directement dans le cœur des pommes ou poires où il évolue dans les loges carpellaires autour des pépins qui sont généralement dévorés (cf. p. 146). La chenille peut également évoluer dans les jeunes pousses, cette observation a été faite par différents auteurs américains, par Pussard en France (1931), et nous avons également observé dans la vallée de l'Eyrieux (Ardèche) (Balachowsky, 1931) des pousses de pêchers minées à leur extrémité par *L. pomonella* de la même façon que par des chenilles de *Laspeyresia molesta* Busk. ou *Anarsia lineatella* Z. Ce mode d'évolution est exceptionnel; d'après les recherches américaines, la chenille serait incapable de parfaire son évolution complète aux dépens des pousses ou des feuilles et se trouve dans l'obligation, à un moment donné, d'achever son développement dans les fruits. Pussard (cf. 1931) a obtenu cependant l'évolution complète d'une chenille en l'alimentant avec des pousses de poirier.

[1] Smith (R. H.). — The Codling moth as pest of the stone fruits (*Monthly Bulletin. Dept. Agr. California*. p. 304-309, Sacramento [Ca.], 1929) fit d'intéressantes observations en Californie sur le comportement de *L. pomonella* vis-à-vis des fruits à noyaux (prunes et pêches). Les inspections faites en 1926-1928 dans les grands vergers californiens démontrèrent que les prunes étaient attaquées dans la proportion de 0,5 p. 100 alors qu'aucun pommier, ni poirier n'existait à proximité de ces plantations, cette observation prouve que *L. pomonella* peut évoluer exclusivement aux dépens des prunes.

En 1927, une autre série d'inspections faites dans les vergers de pêches démontra que le nombre de fruits véreux s'élevait à 65 p. 100; mais des pommiers et poiriers existaient à proximité. Dans les vergers isolés de pêches, 3 p. 100 de chenilles évoluent dans les variétés à noyaux non adhérents et 0,5 p. 100 seulement dans celles à noyaux adhérents. Dans les prunes, 20 p. 100 des larves sont tuées par les exsudations gommeuses, surtout lorsque les fruits sont encore jeunes (entre le 25 mai et le 18 juin). On ne trouve pas de larves dans les pêches vertes, mais seulement dans celles qui changent de couleur, virant vers le rouge. L'exsudation gommeuse des pêches provoque également un très grand pourcentage de mortalité parmi les chenilles et l'infection des fruits baisse. Les abricots sont nettement plus sensibles que les pêches en Californie, mais ils échappent souvent aux attaques du Carpocapse en raison de leur grande précocité. En Californie, 50 p. 100 des larves de première génération n'ont pas le temps de se développer dans les fruits avant la cueillette, la deuxième génération se développe dans les variétés tardives, mais les exsudations gommeuses en détruisent également un grand nombre. En France, sauf dans la région méridionale, les abricots et les pêches précoces sont pratiquement à l'abri des attaques du Carpocapse.

[2] D'après Bovey (1937, p. 296) dans le Valais (Suisse), *L. pomonella* serait beaucoup plus rare dans les prunes que dans les abricots.

[3] Le Khaki (*Diospyros Khaki*) est très attaqué par *Ceratitis capitata* W. dans toute la région méditerranéenne.

Plus récemment, Malenotti (1936) a observé à Vérone que *L. pomonella* était parfaitement capable de se développer aux dépens des feuilles de pommier, sur lesquelles les chenilles vivent de la même manière que les «Tordeuses» des arbres fruitiers. Notre collègue a bien voulu nous communiquer une photographie de cette attaque que nous reproduisons ci-contre (fig. 4).

III. Biologie. — Cycle évolutif.

A. Hibernation et diapause des chenilles. — *L. pomonella*, comme la plupart des autres représentants du genre *Laspeyresia* Hb. passe la mauvaise saison à l'état de diapause dans un épais

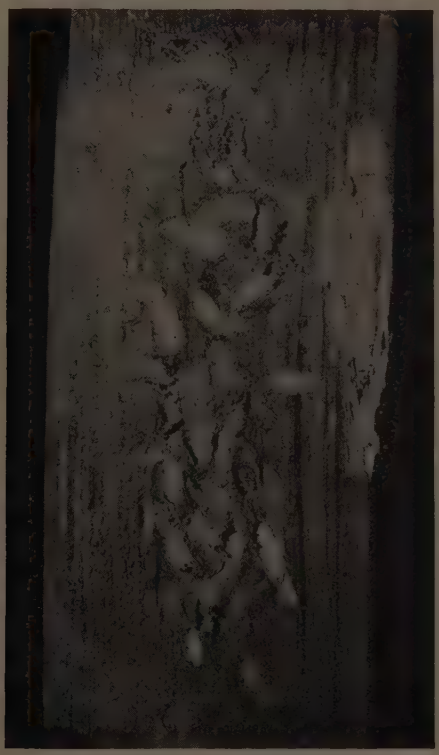


Fig. 5. — *Hibernacula*
enfoncés dans un piquet d'Acacia
formant clôture autour d'un verger contaminé.

cocon feutré dit «cocon hivernal» ou «hibernaculum». Ce mode d'hibernation est constant, invariable, il s'observe toujours quel que soit le pays ou le lieu.

Les chenilles hivernantes sont toujours à leur complet développement (5e stade), elles sont de couleur claire, presque blanche, ou légèrement rosées lorsqu'elles ont vécu sur les arbres fruitiers à pépins, elles sont souvent maculées d'une ligne médiane longitudinale sombre lorsqu'elles ont évolué aux dépens des noix ou des amandes. Elles mesurent 16 à 18 millimètres environ, leur aspect est ridé. L'hibernaculum est blanc sale en dessus, fréquemment souillé de matières organiques, et blanc pur à l'intérieur avec des parois fortement épaissies et résistantes; il est ovale, allongé, obturé de tous côtés par des glomérules d'excréments rejetés par la chenille. Le plus souvent la chenille tisse son cocon dans

une excavation ou une logette qu'elle sculpte dans l'écorce, le liège ou le bois [1]. Cette logette est tapissée d'une soie très serrée formant l'hibernaculum proprement dit, sa partie externe, plus rugueuse, renferme des glomérules d'excrément ou des débris divers se confondant intimement avec la couleur du substratum [2] (fig. 5). Les parois de l'hibernaculum sont imperméables, et il est probable qu'il règne à l'intérieur du cocon une humidité constante et élevée ayant une grande signification physiologique.

Nous avons constaté fréquemment que des chenilles complètement évoluées (5e stade) se maintenaient pendant une certaine période en diapause à l'intérieur des fruits, dans leurs galeries, sans tisser de cocon. L'obscurité et l'humidité qui règnent à l'intérieur d'une pomme réalisent, semble-t-il dans ce cas, une protection suffisante pour la chenille en diapause, qui peut y séjourner pendant plusieurs mois [3]. Dès que le fruit se dessèche ou se ride, la chenille l'abandonne et confectionne aussitôt son cocon à l'extérieur.

Si l'on place sur des arbres des abris artificiels, les chenilles s'y abritent en grande quantité, c'est le principe du «banding» ou «ceinture de carton ondulé» utilisé comme méthode de lutte préventive et accessoire contre le Carpocapse (*cf. infra*).

La chenille, à la fin de son développement larvaire, de juillet à octobre, abandonne le fruit où elle a évolué pour confectionner son hibernaculum. Dans la nature, elles confectionnent ce cocon hivernal sous n'importe quel abri, la majorité hivernent sur l'arbre même lorsque celui-ci est crevassé, fendillé, et offre sous les écorces de nombreux refuges (fig. 6). C'est la raison pour laquelle les cocons sont toujours beaucoup plus nombreux dans la partie basse de l'arbre et sur le tronc, généralement plus fissurés que les branches et les rameaux. Pour ces mêmes raisons, les arbres à tronc propre, lisse, sont délaissés par les chenilles qui vont alors confectionner leur cocon au ras du sol, entre les mottes, sous les pierres, dans les fentes des piquets de clôtures (fig. 5), des paillis, le long des murs, etc., etc.

Les chenilles peuvent même parcourir des distances relativement très élevées pour hiverner. On peut donc trouver la chenille hivernante non seulement sur l'arbre qui l'a hébergée, mais sur les arbres voisins, voire même sur des essences où elle est incapable d'évoluer. Nous avons fréquemment trouvé des *hibernacula* sous les écorces de vieux Ormes et de Platanes situés à plus de 50 mètres des arbres susceptibles d'avoir hébergé des chenilles.

D'après nos observations, l'exposition ne semble pas jouer un rôle important dans la localisation des cocons hivernants; on rencontre ceux-ci aussi bien sur les troncs exposés au Midi que sur ceux exposés au Nord ou à l'Ouest. La même remarque s'applique aux ceintures de carton ondulé dans lesquelles les chenilles s'abritent sans tenir compte de l'exposition. Cependant, Frézal (cf. 1938) a constaté en Oranie, que les *hibernacula* étaient environ deux à trois fois plus nombreux sur la partie des arbres exposée au Sud que sur celle exposée au Nord. A notre avis, l'exposition a beaucoup moins d'influence sur la localisation du cocon hivernal que l'abri susceptible d'abriter la chenille (excavation, crevassement, fentes, etc.). Par contre l'exposition a une influence sur la précocité des éclosions des papillons issus de la génération hivernante (*cf. infra*).

La grande majorité des chenilles rentrées au fruitier avec des fruits véreux s'échappent

[1] La particularité que possèdent les chenilles de *L. pomonella* de creuser le bois pour confectionner leurs logettes hivernales, a fait dire à certains auteurs que *L. pomonella* pouvait devenir xylophage; or, cette xylophagie, qui n'intervient que chez les chenilles du 5e stade, prêtes à confectionner leur cocon, ne peut être considérée comme une déviation du régime phytophage proprement dit au profit de la xylophagie.

[2] Cette expérience est facile à réaliser en plaçant une chenille dans un tube de verre obturé par un bouchon de liège. La larve s'enfonce totalement dans le bouchon, mais elle rejette derrière elle une bourre composée de glomérules de liège, qui masquent complètement sa présence.

[3] C'est la raison pour laquelle on peut trouver des chenilles dans les fruits dans le courant de novembre et en décembre. Contrairement à l'opinion souvent émise, ces chenilles ne sont pas obligatoirement issues d'une génération tardive.

tôt ou tard de ceux-ci pour confectionner leur *hibernaculum*. Cet abandon se fait la nuit, et les chenilles sculptent et tissent alors leurs cocons dans les boiseries, les clayettes, les caisses d'emballage, les poutres, les encognures des fenêtres, les fentes du plancher, etc., des locaux de conservation. On assiste alors au printemps suivant à des sorties massives de papillons qui se répandent quelquefois dans les fruitiers par véritables nuages, comme nous avons pu le constater chez M. Costes-Valls à Arles-sur-Tech (Pyrénées-Orientales) qui en fermant hermétiquement les fenêtres et les portes de son fruitier au moment des éclosions détruit un nombre considérable de papillons. Ce procédé est utilisé par Malenotti en Vénétie, pour lutter contre *Laspeyresia molesta* (1936[b]). Nous avons visité aux environs de Vérone une exploitation où les fentes des fenêtres et des portes sont bouchées avec des bandes de

Fig. 6. — *Hibernacula* de *L. pomonella* enfoncés dans des écorces de Pommier.
A gauche et au centre : Hibernacula ne renfermant que des chenilles hivernantes (février).
A droite : Hibernacula renfermant des chrysalides (avril-mai).

papier afin d'empêcher la sortie des papillons hors des fruitiers au printemps. On capture ainsi un nombre considérable d'individus qui meurent rapidement dans les locaux de conservation qui sont vides à l'époque de l'éclosion (mai).

La chenille, en diapause dans son hibernaculum, reste immobile et sans s'alimenter jusqu'à la nymphose. Cependant son activité n'est pas complètement arrêtée, ainsi, si l'on perfore l'*hibernaculum* ou que l'on y découpe une ouverture avec des ciseaux fins, la chenille tisse une nouvelle enveloppe pour combler cette ouverture. Si l'on extrait la chenille de l'*hibernaculum*, elle est susceptible de s'abriter à nouveau en tissant un nouvel étui. Toutefois, le dérangement de la chenille en diapause lui est généralement funeste; la mortalité est toujours considérable parmi les chenilles hivernantes extraites de l'*hibernaculum*. Les deux conditions indispensables à la diapause sont l'*humidité* et l'*obscurité*.

Dans les conditions naturelles la diapause du Carpocapse, qui se manifeste invariablement chez les chenilles au terme de leur croissance (5e stade larvaire), se prolonge sur une très longue période qui est d'environ dix mois pour le cycle à une génération annuelle (dominant en Europe tempérée) et seulement huit à neuf mois pour le cycle à deux générations (dominant en Europe méridionale et dans la région méditerranéenne) [*cf. infra*]. Dans la région parisienne, où le cycle normal du Carpocapse est d'une seule génération (*cf. infra p.* 150) les chenilles sont complètement développées dans les fruits dès le début du mois de juillet, mais, au lieu de se nymphoser et de donner des papillons, ces chenilles tissent immédiatement leur *hibernaculum* et entrent en diapause jusqu'à la fin du mois d'avril suivant. La reprise du développement de l'insecte ne se manifeste donc, dans les conditions naturelles, que dix mois plus tard. La diapause chez *L. pomonella* doit être considérée comme un phénomène normal faisant partie de son cycle évolutif; il ne s'agit pas d'une diapause accidentelle, mais d'une diapause très vraisemblablement héréditaire.

Il ne nous a pas été possible de mettre en évidence, jusqu'ici, quels pouvaient être les facteurs déterminants de cette diapause, ils apparaissent comme fort complexes. Par contre, nous avons réussi, au cours de nos recherches, à rompre cette diapause par la voie expérimentale (Balachowsky, 1937). La rupture de la diapause s'obtient chez *L. pomonella* par un séjour à basse température des chenilles, suivi immédiatement d'un séjour à température élevée. La rupture du phénomène est déterminée par ce choc thermique. Un lot de chenilles en diapause, comprenant 76 individus, fut prélevé le 2 décembre 1936 dans le verger de l'École nationale d'Agriculture de Grignon et soumis à une température continue de — 4° C. pendant une période de huit jours (du 4 au 11 décembre 1936), ce lot fut soumis immédiatement après à une température de — 10° C. pendant une nouvelle période de huit jours (du 11 au 18 décembre 1936), soit au total, un séjour de quinze jours à une température inférieure à 0° C.

Sans aucune interruption ces chenilles ont été placées, au sortir de l'armoire frigorifique, dans une étuve à une température constante de 25° C. Le 3 janvier 1937, c'est-à-dire après un passage de seize jours à cette dernière température, toutes les chenilles se sont nymphosées, la diapause était donc rompue.

Cette nymphose fut presque simultanée pour tous les individus du lot mis en expérience. Le 13 janvier, les nymphes, toujours soumises à 25° C., donnèrent des papillons normalement constitués. Cette éclosion s'est prolongée pendant deux jours et fut également d'une grande régularité, comprenant des individus des deux sexes. Pendant toute la durée de l'expérience, une humidité relative de 75 p. 100 fut maintenue dans l'élevage.

La mortalité constatée au cours de l'expérience n'a pas excédé 20 p. 100, ce qui est un chiffre tout à fait normal, souvent dépassé dans les conditions naturelles. Dans les lots témoins, c'est-à-dire soumis sans interruption à la température de + 25°C, depuis le 2 décembre jusqu'au 15 janvier, aucune chenille ne s'est nymphosée et la diapause n'a pas été rompue. Dans ces mêmes conditions nous avons soumis en 1936 un lot de chenilles à la température constante de 28°C. pendant 90 jours sans avoir réussi à déclancher la diapause. Le choc thermique paraît donc indispensable à la manifestation du phénomène.

Nous avons démontré ainsi que la rupture de la diapause du carpocapse est sous la dépendance exclusive de facteurs externes. Dans la nature, le choc se trouve réalisé par les écarts de température existant entre les périodes estivo-automnales et hivernales. Si les chenilles sont maintenues dès le début de leur diapause à une température supérieure à celle de la nature, comme c'est le cas pour les individus hivernant dans les habitations, les greniers et les fruitiers, leur nymphose peut être légèrement avancée par rapport à celle qui s'observe parmi les individus maintenus dans les conditions naturelles.

Ainsi, nous avons obtenu des éclosions de papillon dès la fin de mars en maintenant les chenilles hivernantes dans notre appartement durant l'hiver, alors que dans la nature l'éclosion ne s'observe jamais avant le début du mois de mai (région parisienne). Cette précocité est très peu marquée si les individus sont maintenus dans des locaux non chauffés et soumis aux fluctuations de la température extérieure. C'est ainsi que dans les fruitiers frais, l'éclo-

sion des hivernants se manifeste sensiblement au même moment que celle des individus nymphosés dans la nature.

B. Mortalité des chenilles hivernantes. — Nous avons constaté que la mortalité naturelle des chenilles hivernantes était souvent très élevée. Cette mortalité peut atteindre dans certains cas 90 p. 100 des individus. Elle est particulièrement accusée chez les individus mal abrités qui confectionnent des cocons sous des abris superficiels ou artificiels. Dans les ceintures de carton ondulé on observe parfois un pourcentage considérable de chenilles mortes dans leur cocon (ceintures non imprégnées de *β naphtol*).

Étant donné toutes ces considérations, nous pouvons établir, dans le comportement du carpocapse, la première règle suivante :

I. *Dans la nature* L. pomonella *hiverne toujours à l'état de chenille en diapause enclose dans son hibernaculum, quelles que soient les conditions climatiques du lieu ou de l'année. La nymphose des chenilles, dans ce cocon hivernal, n'intervient qu'à partir du printemps.*

C. Nymphose des chenilles hivernantes. — La nymphose des chenilles se manifeste dès la rupture de la diapause, elle a lieu dans la nature à partir du printemps. Dès le début du mois d'avril, en ouvrant les *hibernacula*, on trouve non plus seulement les chenilles, mais aussi des chrysalides, le pourcentage de celles-ci augmente rapidement au fur et à mesure que la saison s'avance. En faisant des observations régulières par comptage, il est facile d'établir, pour une localité déterminée, une courbe de nymphose (graphique I). Cette courbe est loin d'être régulière, elle varie dans des limites assez grandes suivant les années, suivant l'origine des colonies, leur exposition, etc.

Par ailleurs, comme on peut facilement s'en rendre compte en observant le graphique I, la nymphose est loin d'être simultanée pour la totalité des individus d'un même lot, d'une même colonie ou d'une même localité. Dans la région parisienne, le bassin de la Seine et de la Loire, les premières chrysalides s'observent dans les cocons à partir du début du mois d'avril. Dans la région méditerranéenne littorale, cette nymphose débute nettement plus tôt (mi-mars). Au Maroc, dans la zone du littoral atlantique, Bremond (1938) vient de signaler des chrysalides à partir du 15 février, c'est là la date la plus précoce de nymphose observée jusqu'ici dans l'aire mondiale de répartition de *L. pomonella*. En Oranie, Frezal (1938) signale des nymphoses à partir du mois de mars.

Les nombreuses observations faites par nous dans l'Ile de France, le bassin de la Seine et de la Loire nous ont démontré qu'en règle générale la nymphose était à son maximum entre le 15 avril et le 1er juin, au cours de cette période 60 à 80 p. 100 des individus se chrysalident. A partir de la fin de juin, le pourcentage de chenilles observées dans les cocons baisse considérablement, quelques individus retardataires ne se transforment qu'en juillet, et enfin, l'on peut observer quelques chenilles qui restent en diapause durant deux années consécutives [1]. Au cours des années 1934 et 1935, nous avons établi une courbe de nymphose (graphique I) sur plusieurs colonies de chenilles observés dans la nature, dans le verger de l'École nationale d'Agriculture de Grignon. Le pourcentage des chenilles observées dans les *hibernacula* aux différentes époques fut le suivant :

Année 1934.	15 décembre.	100 p. 100	Année 1935.	4 avril.....	100 p. 100
	14 avril.....	88 —		5 mai.....	80 —
	17 avril.....	80 —		8 juin.....	40 —
	28 avril.....	45 —		12 juillet....	5 —
	7 mai.....	20 —			

[1] Les quelques chenilles que nous avons observées passant deux hivers, sont mortes avant de se nymphoser au cours de la seconde année d'hivernation.

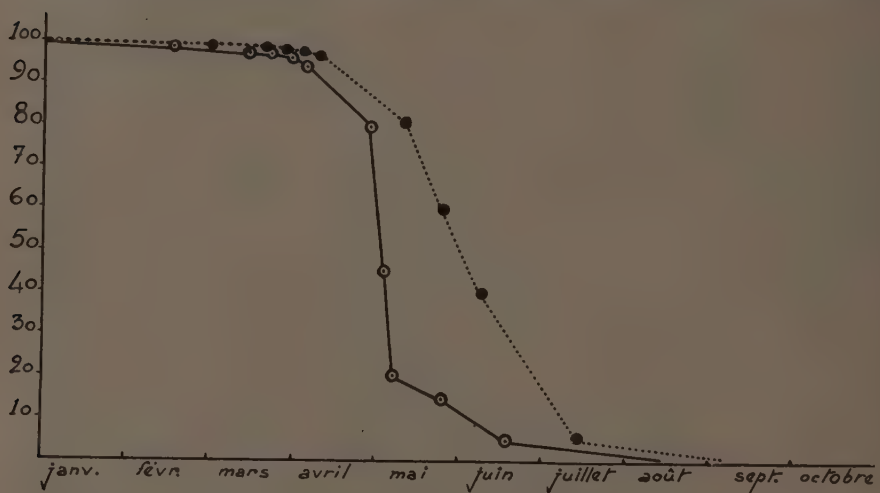
Les courbes de nymphose représentées par ces chiffres sont inscrites au graphique I.

La connaissance exacte des courbes de nymphose présente un grand intérêt, car elle permet de prévoir dans une certaine mesure, non seulement l'époque d'apparition des premiers papillons, mais aussi l'importance proportionnelle des vols dans le cours des mois qui vont suivre. Ainsi, si le 15 avril l'indice de nymphose est de 50 p. 100, le 15 mai l'indice d'éclosion sera au moins de 50 p. 100.

La chrysalide de *L. pomonella* mesure 12 à 14 mm., elle est relativement épaisse, sa couleur varie du brun jaune au brun foncé suivant son état de maturité, il ne nous est pas possible de nous étendre sur ses détails morphologiques qui seront décrits dans un travail ultérieur.

D. Durée de la nymphose. — Lorsque la chenille s'est nymphosée, les phénomènes d'histolyse et d'histogénèse suivent leur cours normal, car il n'existe jamais de diapause nymphale chez *L. pomonella*.

La durée de la nymphose est étroitement soumise aux conditions de température, un



Graphique I. — Courbe de nymphose (p. 100) de *L. pomonella* L. à Grignon (Seine-et-Oise).
——— 1934. ..... 1935. ○ ● Contrôles.

froid persistant ralentit les phénomènes de la métamorphose et provoque, parmi les chrysalides, une mortalité élevée. C'est la raison pour laquelle on observe fréquemment une grande mortalité parmi les premières chrysalides formées dans la nature.

Nous avons maintenu dans les conditions expérimentales des chrysalides fraîches de 24 heures à + 4°C. pendant 30 jours; la mortalité fut de 80 p. 100. Il ne nous a pas été possible d'établir, faute de temps, la courbe de la durée de la nymphose par rapport à la température; nous n'avons, à ce sujet, que des observations fragmentaires qui, venant s'ajouter à celles faites par d'autres auteurs, notamment par les auteurs américains, (Brooks et Blackslee, 1915; Hall, 1928; Hammon, 1912; Van Leeuven, 1929; Newcomer et Yothers, 1929) sont néanmoins susceptibles d'apporter quelques précisions sur la durée de la chrysalidation de *L. pomonella*.

Dans un élevage entrepris en étuve, maintenu à la température constante de 25°C., et à une humidité relative de 55 p. 100, la durée de la nymphose fut la suivante : chenilles, 4 avril; chrysalide, 14 avril; papillons, 25 ou 26 avril. Durée du stade nymphal : 10 à 12 jours.

Dans les conditions naturelles les plus couramment observées, la nymphose des chrysalides issues de la génération hivernante se prolonge en moyenne de 20 à 30 jours (mai et juin) Ces chiffres correspondent sensiblement à ceux obtenus par Bovey, en Suisse (1935) et les auteurs américains. Van Leeuwen (1929) a observé en Géorgie du Nord (États-Unis) que la durée minima de la nymphose était de 17 jours, maxima de 28 jours, moyenne, de 28 jours. Pour d'autres régions, les observateurs mentionnent des chiffres sensiblement analogues.

E. Éclosion des papillons. — Lorsque le papillon est prêt à éclore, on observe déjà toute sa structure à travers la chrysalide enclose dans l'hibernaculum.

L'adulte éclot en perforant ce dernier à l'extrémité antérieure (celle où se trouve la tête de la chrysalide); l'adulte détruit les parois feutrées du cocon, alors que seule sa tête et la partie antérieure de son corps sont dégagées de la chrysalide; ce dégagement se fait par une fente médio-dorsale sur le tiers antérieur de la chrysalide. La tête sort la première, alors que le corps reste engagé dans la dépouille. Par un frottement continu des yeux et de la tête contre la paroi feutrée du cocon, le papillon finit par se pratiquer une ouverture dans laquelle il s'engage en entraînant sa dépouille derrière lui. Le dégagement complet hors de la chrysalide n'a lieu qu'à l'extérieur et jamais dans l'hibernaculum même; on trouve ici une sortie analogue à celle qui s'observe chez beaucoup d'autres *Tortricidae,* chez les *Sesiidae* et les *Zeuzeridae.*

Après l'éclosion du papillon, la dépouille vide de la nymphe, entraînée hors du cocon, reste fixée à celui-ci par son extrêmité postérieure. Après l'éclosion des papillons les vieilles écorces de pommier ayant hébergé les chenilles sont fréquemment lardées de dépouilles vides, dressées perpendiculairement au tronc.

F. Comportement des adultes. — L'étude du comportement du papillon dans la nature a une très grande importance pratique, malheureusement cette étude a été très négligée jusqu'ici et l'on ne possède que très peu de renseignements sur le mode de vie de l'adulte. Nous avons pu faire à ce sujet, soit au cours de nos élevages, soit dans la nature, un certain nombre d'observations qu'il nous paraît intéressant de mentionner.

Dans la nature, il semble que les mâles éclosent avant les femelles et qu'il y ait *protérandrie;* le fait a été observé chez *L. pomonella* par divers auteurs, notamment par les américains; toutefois, cette remarque n'est intéressante que pour les toutes premières éclosions. Dès le 3e ou 4e jour d'éclosion, les femelles commencent à apparaître et, dès ce moment, la répartition des sexes est sensiblement égale parmi les individus jusqu'à la fin des sorties, qui s'échelonnent sur plusieurs mois (*cf. infra*). Dans les élevages en étuve, la protérandrie ne s'est pratiquement pas manifestée, et les comptages nous ont toujours démontré un nombre sensiblement équivalent de mâles par rapport aux femelles. Il est admis avec raison, que le papillon est crépusculaire et nocturne; le jour, il se tient plaqué contre les écorces, dans les herbes, aux endroits touffus et ombragés où il reste complètement immobile. Si l'on dérange le papillon le jour, en secouant la branche sur laquelle il se trouve, il s'envole d'un vol saccadé pour se poser aussitôt quelques mètres plus loin. Son activité ne se manifeste que le soir, si la température ambiante est suffisamment élevée.

Au-dessous de 15°C. les vols sont à peu près nuls, le papillon reste immobile, même à la tombée de la nuit. De même le vent et la pluie entravent tout déplacement. Mattras (1938) en se basant sur des captures de papillons faites dans les pièges à différentes températures, a constaté que l'optima des déplacements (vols) était compris entre 19 et 24°C. Au-dessous et au-dessus de ces températures, le nombre d'individus capturés dans les pièges est deux fois plus faible. Pratiquement, nous n'avons jamais observé de vols dans la nature au-dessous de 15°C., mais autour de 20-22° C. l'activité de l'insecte est intense.

Ces remarques d'ordre pratique confirment toutes les données théoriques actuellement acquises, notamment les recherches de Gleen (1922) et surtout les remarquables travaux de Shellford (1927). D'après Shellford, le développement de *L. pomonella* à tous ses stades

serait impossible au-dessus de +32°C. et au-dessous de +12°C. La mortalité des individus au-dessus et au-dessous de ces températures est considérable. L'optimum est réalisé autour de 23°-25°C. et une humidité relative oscillant entre 55 p. 100 et 90 p. 100.

Les courbes de développement de Shellford ont été reproduites par Uvarow (1931) et par Soulié (1936, p. 167).

L'humidité joue également un très grand rôle dans le comportement du papillon, tout aussi important que celui de la température. Le papillon redoute la sécheresse; dans les élevages entrepris au-dessus de 40 p. 100 d'humidité, à la température optima (23°C.), l'insecte se débat sans interruption dans tous les sens et se brise rapidement les ailes.

Il est probable que l'activité du papillon croît au crépuscule du fait que la température se maintient élevée et que l'humidité augmente sensiblement à l'approche du coucher du soleil; elle se prolonge au début de la nuit tant que la température reste encore élevée, mais s'arrête ensuite avec la fraîcheur nocturne. Pour cette même raison, il n'existe jamais d'activité nocturne matinale chez *L. pomonella*.

Le papillon n'est actif que par temps calme, chaud, humide. C'est par les soirées orageuses du mois de juin que l'activité de l'insecte est à son maximum et que l'on peut voir les papillons voler, s'accoupler et pondre dans les vergers (*cf. infra*). Ces vols sont de courte durée et de faible amplitude, aux États-Unis des déplacements de 600 et 800 mètres ont été enregistrés en l'espace d'une nuit; il semble que ce soit là des cas exceptionnels. En général, le papillon ne se déplace guère du verger où il a pris naissance, s'il trouve à sa disposition la plante hôte indispensable à sa ponte. Ce fait se confirme par la disparition progressive de *L. pomonella* dans les vergers où l'emploi de traitements arsenicaux s'est généralisé depuis plusieurs années, vergers comme à Chambourcy (Seine-et-Oise) et Saint-Paterne (Indre-et-Loire).

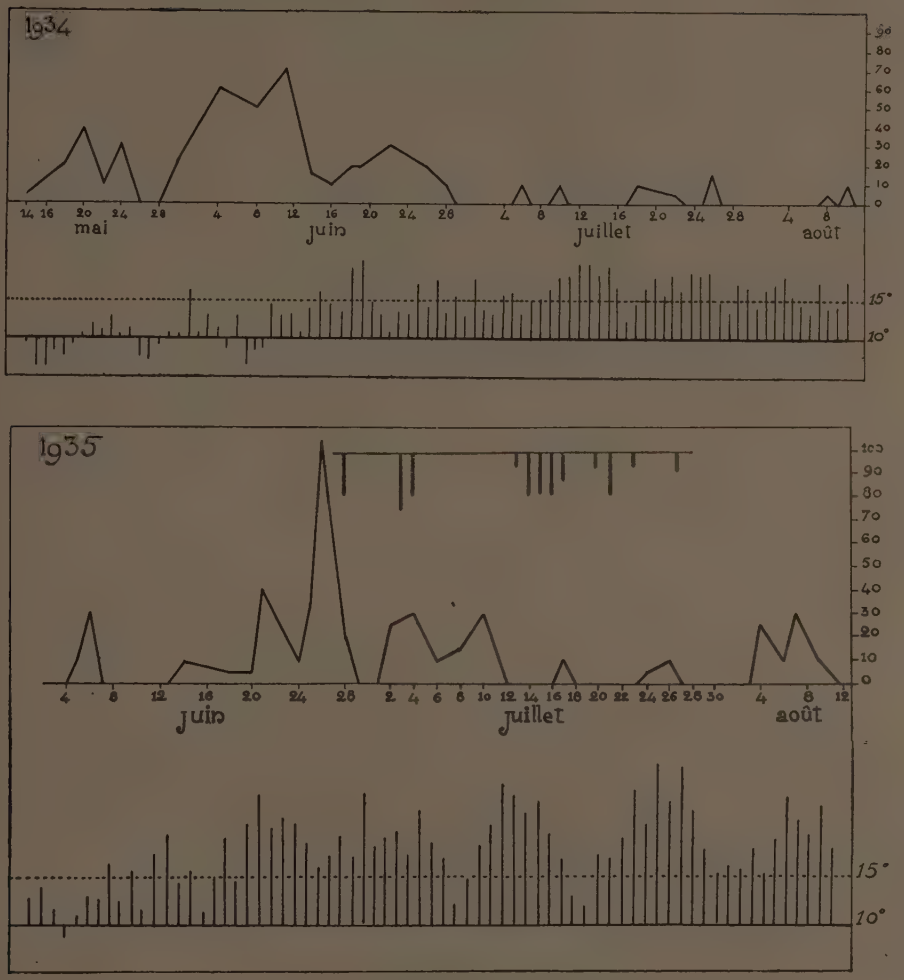
La longévité des papillons est également soumise aux conditions climatiques. Dans une cage, nous avons placé un lot de dix papillons éclos le jour même, avec une vaporisation d'eau miellée nécessaire à leur alimentation; cette cage fut placée à + 5°C, la longévité des papillons n'a pas dépassé 3 jours. Au cours de nos différents élevages, nous avons observé que la longévité moyenne des adultes maintenus dans les conditions optima (23-25°C. 60 p. 100) d'humidité relative, correspond exactement aux chiffres indiqués par les auteurs américains, elle oscille de 13 à 18 jours. La longévité maxima signalée fut de 38 jours pour les mâles et de 37 pour les femelles. Il est infiniment probable que, dans la nature, la longévité des premiers papillons éclos au début de mai est beaucoup plus courte que celle des individus qui ne sortent qu'en juin ou en juillet. Ces derniers trouvent des conditions climatiques favorables à leur maintien. Il y a tout lieu de supposer que les froids nocturnes du mois de mai éliminent de nombreux individus précoces des deux sexes.

L'adulte s'alimente peu, une nourriture liquide prolonge son existence; dans les élevages, les buvards blancs imbibés d'eau miellée sont souvent visités par les papillons des deux sexes; dans la nature, ils trouvent toujours le peu de nourriture liquide qui leur est indispensable. Les papillons sont indiscutablement attirés par les liquides sucrés en fermentation (jus de fruits, eau sucrée, mélasse, miel fermenté, cidre, etc.). Cette attraction semble correspondre davantage à un tropisme (chimiotropisme) qu'à une nécessité pour l'insecte de s'alimenter aux dépens de ces liquides.

En ce qui concerne la réaction des papillons de *L. pomonella* et *L. molesta* à la lumière et aux différents rayons du spectre, il y a lieu de se reporter à l'excellent travail de Petterson et Hauessler (1928) qui démontrèrent que les rayons violets étaient les plus attractifs.

G. Éclosion de la génération hivernante. — Étant donné que les premières nymphoses s'observent généralement au début d'avril, les premières sorties doivent théoriquement se manifester au début de mai, si l'on considère que la durée moyenne de la nymphose est de 30 jours (*cf. infra*) à cette époque précoce de l'année où la température est basse. C'est pratiquement ce qui se produit dans la nature.

Dans le Bassin de la Seine, de la Loire, l'Ouest, le Nord, l'Est de la France, il n'y a jamais

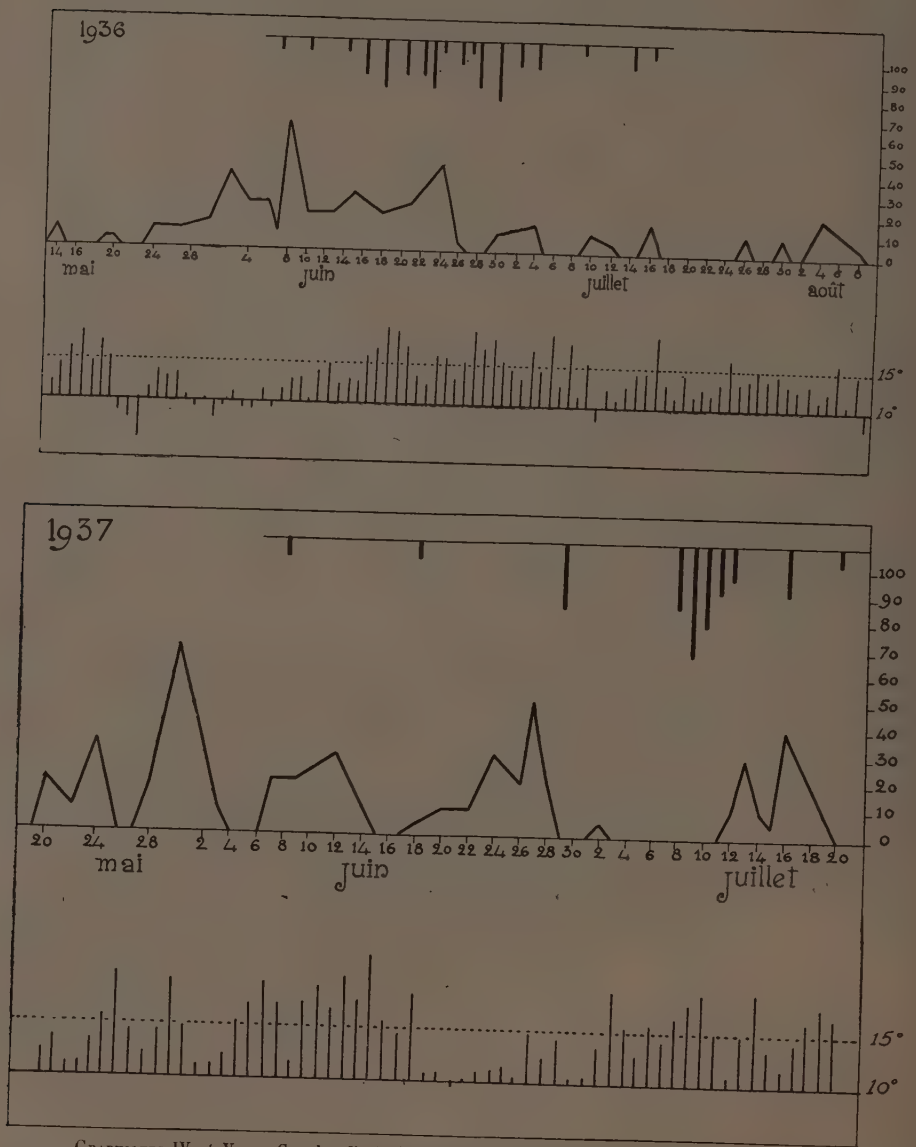


Graphiques II et III. — Courbe d'éclosion dans la nature des papillons de *L. pomonella* à Grignon (Seine-et-Oise) en 1934 et 1935, en rapport avec la température extérieure.
En haut du graphique III : *pontes*.
En bas des graphiques II et III : *moyenne de la température extérieure* durant la période d'éclosion.

d'éclosions de papillons dans la nature avant le début de mai, et généralement avant la 2e semaine de mai. Sur ce point, toutes nos observations établies sur 5 années consécutives, concordent. A Grignon, les dates des premières éclosions dans la nature furent les suivantes :

1933.....	12 mai.	1936....	14 mai.
1934.....	14 mai.	1937....	18 mai.
1935.....	5 juin.		

Ces dates correspondent aux éclosions obtenues dans les élevages à l'extérieur, dans les conditions naturelles et non à des captures dans les pièges mélassés (graphiques II, III, IV, V). Dans l'Anjou, d'après Pivert (1936) les éclosions ne débutent pas dans la nature



Graphiques IV et V. — Courbe d'éclosion dans la nature des papillons de *L. pomonella* L. à Grignon (Seine-et-Oise), en rapport avec la température extérieure, durant les années 1936 et 1937.

En haut des graphiques : pontes.

En bas des graphiques : moyenne de la température extérieure durant la période d'éclosion.

avant la première semaine de mai. Dans le Massif Central, Soulié (1936) a observé les premières éclosions soit au début de mai, soit à la fin de mai.

Dans le midi de la France, les sorties sont plus précoces; on peut les observer dès le début de mai (Joessel; Joessel et Suau) et même semble-t-il à la fin du mois d'avril dans les Pyrénées-Orientales, dans les régions littorales d'Elne et de Perpignan puisque dans cette région, Mat-

TRAS a observé en 1936 des pénétrations précoces de chenilles dès le 15 mai, dans les poires cultivées, dans les vergers en espalier abrités (cf. MATTRAS 1938). Cette dernière observation est très intéressante, car elle correspond à la date la plus précoce d'éclosion et d'infection observée jusqu'ici sur notre territoire. Il est vrai que l'on se trouve, dans cette localité, dans des conditions climatiques tout à fait exceptionnelles.

En Algérie et au Maroc, d'après les observations de FREZAL (cf. 1938) et de BREMOND (1938), les éclosions commencent à se manifester nettement plus tôt qu'en France, dès le début d'avril. A Vérone, en Italie (Vénétie), MALENOTTI (1936) signale des éclosions dès le début du mois de mai, c'est-à-dire sensiblement à la même époque que dans la région parisienne ou le Midi.

On peut donc considérer que dans toute la France tempérée (non méditerranéenne), l'éclosion des papillons issus de la génération hivernante débute vers la deuxième semaine de mai; ces éclosions augmentent très rapidement en nombre par la suite et se succèdent sans interruption durant deux mois et même parfois davantage (cf. *infra*). En effectuant des comptages quotidiens précis, en se basant sur de très nombreux individus (10.000) on peut établir une courbe d'éclosion dite improprement « courbe de vol ». Cette courbe passe nécessairement par un maximum, puis décroit. Ce maximum fut le suivant au cours des élevages que nous avons entrepris à Grignon :

1934.....	75 p. 100	des individus éclos entre le	28 mai et le 28 juin.
1935.....	80 p. 100	—	10 juin et le 10 juillet.
1936.....	80 p. 100	—	30 mai et le 30 juin.
1937.....	75 p. 100	—	28 mai et le 28 juin.

La courbe indiquant l'échelonnement de ces éclosions est inscrite aux graphiques II, III, IV et V.

Si l'on compare ces chiffres à ceux obtenus par FRÉZAL dans les vergers d'Oranie, notamment à Assi-ben-Okba, on constate qu'en Algérie les éclosions de papillons issus de la génération hivernante s'est échelonnée en 1936 du 6 avril au 4 juin, et que le maximum de cette courbe d'éclosion s'est intercalée entre le 25 avril et le 6 mai, c'est-à-dire 1 mois et demi plus tôt que dans la partie moyenne de la France.

Ces recherches nous ont amené à établir les règles II et III suivantes dans le cycle évolutif de *L. pomonella* :

II. *Dans la région parisienne, comme dans toute la France tempérée, l'éclosion des papillons, issus de la génération hivernante, ne débute pas dans la nature avant la seconde semaine de mai, quelles que soient les conditions climatiques de la saison.*

III. *L'échelonnement dans l'éclosion des papillons, issus de cette génération hivernante, se prolonge après la première sortie pendant une très longue période, allant jusqu'au mois d'août et même au delà pour certains individus retardataires.*

H. ACCOUPLEMENT ET PONTE. — Dès le milieu du mois de mai, il est donc possible d'observer des papillons dans la nature, cependant, à cette époque, les papillons sont généralement peu actifs et difficiles à percevoir.

Si la température reste basse (autour de 10°-12° C.) ils resteront complètement immobiles, à 13-15° ils effectueront au crépuscule des vols de très faible amplitude. Pour que l'activité de l'insecte se manifeste réellement, pour que l'accouplement puisse avoir lieu, il est indispensable que la température, entre 17 et 22 heures, soit supérieure à 15° C. Cette observation, faite par divers auteurs américains (GLEEN 1922; WEBSTER 1935), a été confirmée par de nombreux autres observateurs et nous-mêmes, non seulement au cours d'observations effectuées dans la nature, mais aussi expérimentalement dans nos élevages. Il nous a toujours été impossible d'obtenir des pontes, lorsque les papillons étaient maintenus à une température inférieure à 15° 5 C. Or, dans la région parisienne comme dans toute la France tempérée,

ces conditions écologiques se trouvent rarement réalisées au crépuscule, avant la fin du mois de mai ou le début du mois de juin, comme en témoignent les isothermes quotidiens relevés pour cette période de l'année pendant plusieurs années consécutives par nos services météorologiques. La longévité des papillons n'étant pas illimitée, surtout si les froids nocturnes persistent, comme c'est souvent le cas durant la nuit au mois de mai (cf. *supra*), les premiers papillons meurent généralement sans s'accoupler ou sans pondre [1]. Si, au contraire, la température reste élevée à la fin de la journée et au crépuscule, il y aura accouplement, puis ponte. L'accouplement a lieu avant ou après le coucher du soleil, et aussi en pleine obscurité; c'est surtout par les soirées chaudes, lourdes et orageuses de la fin du printemps et du début de l'été que les pontes massives s'observent dans les vergers où elles font suite aux accouplements, c'est à ce moment que les attaques de carpocapse sont le plus à redouter. La ponte, qui dans la nature a lieu également le soir et souvent tard dans la nuit, peut être provoquée artificiellement le jour, si les papillons sont maintenus dans l'obscurité et à une température favorable, comme nous avons pu le constater dans nos élevages.

L'accouplement dure plusieurs heures, nous avons fréquemment observé dans nos élevages que des individus accouplés vers 18 heures se trouvaient dans la même position le lendemain à 9 heures. Soulié (1936) a observé à Clermont-Ferrand un accouplement de durée analogue dans la nature. Aux températures de 22-23° C. et à une humidité de 75 p. 100, nous avons obtenu des pontes massives dans tous nos cylindres de ponte sans aucune difficulté, à la condition d'y maintenir l'obscurité; dans la position d'accouplement la ♀ et le ♂ sont accolés l'un à l'autre, bout à bout par leur extrémité abdominale.

Toutes ces observations nous ont amené à établir la règle IV suivante, dans le comportement de *L. pomonella* en France;

IV. *Les papillons de* L. pomonella *ne s'accouplent et ne pondent que si la température crépusculaire se maintient au-dessus de 15°,5 C. Si ces conditions ne sont pas réalisées pendant une période de quinze jours à trois semaines qui suit l'éclosion, les individus meurent avant de se reproduire. Dans toutes les régions tempérées de la France, les individus précoces sont généralement des individus stériles et leur intérêt économique est négligeable.*

Au cours des recherches que nous avons effectuées à Grignon, nous avons constaté que pratiquement les pontes de *L. pomonella* n'avaient jamais lieu dans la nature (élevages dans les conditions naturelles) avant le mois de juin (graphiques III, IV, V). L'échelonnement des pontes au cours des années 1935-1937 fut le suivant :

1935..... Du 28 juin au 27 juillet (graphique II).
1936..... Du 7 juin au 17 juillet (graphique III).
1937..... Du 8 juin au 20 juillet (graphique IV).

La ponte s'observe très rapidement après l'accouplement, généralement le jour même ou le lendemain si les conditions écologiques sont favorables. Elle s'échelonne pendant presque toute la durée de la vie de la femelle; en effet, dans les élevages les pontes cessent la veille ou l'avant-veille de la mort des femelles. Deux femelles isolées pendant l'accouplement [2] dans un cylindre de ponte maintenu dans les conditions optima (T = 23°-25° C. H = 75 p. 100), ont pondu pendant 14 jours et sont mortes l'une le quinzième jour, l'autre le seizième jour après l'isolement. Le nombre d'œufs obtenus quotidiennement dans cet élevage fut le suivant pour ces deux femelles : 3, 7, 0, 4, 10, 8, 2, 4, 0, 0, 3, 2, 12, 2, 0, 0.

L. pomonella est une espèce peu féconde, la femelle n'expulse guère plus d'une cinquantaine d'œufs mais souvent le nombre d'œufs pondus est inférieur à ce chiffre. Les dissections

[1] Cette observation a été également faite par Webster (1935) dans les vergers du Washington (États-Unis).

[2] Isolement des couples.

nous ont démontré que les gaines ovariques renfermaient plus d'une centaine d'œufs, il semble bien que la moitié de ceux-ci seulement arrivent à maturité complète et sont réellement expulsés par les femelles, même par celles qui sont maintenues dans les conditions

Fig. 7. — Cylindre de ponte.
Au centre, on remarque un flacon imbibant un buvard qui trempe dans de l'eau miellée.

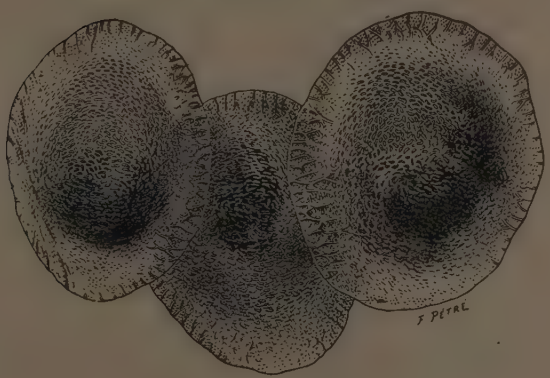


Fig. 8. — Œufs de *L. pomonella* L (× 40).

écologiques optima. L'histologie des organes génitaux de la femelle de *L. pomonella* a été étudiée par Allmann (1930) en Californie et Wiesmann (1935). en Suisse.

Dans la nature, les œufs des papillons issus de la génération hivernante sont déposés sur les feuilles et exceptionnellement sur les fruits. Ces œufs sont disposés soit isolément, soit par groupe de deux ou trois, mais il n'y a jamais de dépôt d'ooplaques analogues à ceux que l'on observe chez les *Cacaecia* ou les *Tmetocera*.

L'œuf est de forme sub-circulaire, aplatie, légèrement bombé en son centre, acuminé sur ses bords, il mesure 0,4 à 0,5 millimètre de diamètre. Vu à 50 diamètres, il présente un chorion réticulé sur son pourtour et granuleux sur le centre (fig. 8). L'œuf est étroitement accolé au substratum et il est impossible de l'en détacher sans le détruire. Au moment de son dépôt, l'œuf est d'un blanc opalescent, 2 ou 3 jours plus tard il rougit légèrement et perd son éclat. L'embryon qui se développe rapidement laisse apparaître au bout de quatre à cinq jours sa tête noire, visible par transparence à travers le chorion.

La durée de l'incubation varie dans de grandes proportions avec les conditions climatiques; à 14° C., l'incubation est ralentie et l'éclosion de la chenille néonate n'a lieu que vingt jours après la ponte. Dans les conditions écologiques optima, l'incubation serait de cinq jours, d'après Newcomer, Yothers et Whitcomb (1929), mais dans nos élevages, la durée de l'incubation a toujours dépassé ce délai. A 20° C. et 75 °/₀ d'humidité, l'œuf est éclos entre sept et douze jours dans nos élevages.

Pour obtenir les pontes artificiellement, la meilleure méthode consiste dans l'emploi de cylindres de ponte; ce sont des cylindres de carton (fig. 7), de 40 centimètres de dia-

Fig. 9. — Jarre renfermant des pommes destinées aux contaminations en vue des recherches sur la biologie de *L. pomonella* L.
Les papiers blancs renferment des pontes obtenues dans les cylindres de ponte (fig. 7).

mètre sur 60 centimètres de long, dont les deux extrémités sont bouchées par une membrane de cellophane fixée par un fil ou un élastique. Tout le cylindre est doublé intérieurement de papier blanc ordinaire. Le papillon dépose ses œufs sur le papier blanc; il suffit alors de découper une petite pièce de papier renfermant ces œufs pour isoler les pontes, que l'on peut manipuler et étudier ensuite à volonté sans risque de les détériorer (fig. 9).

Étant donné ce que nous savons déjà sur le comportement de *L. pomonella*, notamment en ce qui concerne les époques de nymphose, d'éclosion, les conditions de ponte et la durée d'incubation, on peut conclure que dans toute la France tempérée, les infections dans la nature, c'est-à-dire la contamination des fruits dans les vergers est impossible avant le 1er juin.

Ces observations nous ont permis d'établir la règle V suivante dans le comportement de *L. pomonella* :

V. *L'infection des fruits par les chenilles néonates n'a jamais lieu dans les vergers de toute la France moyenne avant le 1er juin, quelles que soient les conditions climatiques de l'année ou de la saison.*

Cette règle, très importante, sert de base à l'établissement des traitements contre le ver des pommes, comme nous le verrons plus loin. Ces données établies sur des observations très précises de laboratoire, ont été invariablement confirmées par de nombreuses enquêtes et observations effectuées dans la nature, tant par nous que par plusieurs de nos collègues et correspondants.

Dans le midi de la France, les infections peuvent commencer plus tôt, rares avant le 1er juin, elles ont néanmoins été observées à la fin de mai par Joessel à Avignon, et le 15 mai à Elne (littoral méditerranéen des Pyrénées-Orientales) par Mattras (cf. *supra*).

En Afrique du Nord, les infections s'observent couramment durant le mois de mai.

Fig. 10. — Chenille de *L. pomonella* L.
photographiée 15 minutes après son éclosion. × 50.

I. Croissance des chenilles. Contamination des fruits. — Les chenilles néonates sont douées d'une très grande activité, elles se déplacent rapidement, beaucoup plus rapidement, proportionnellement à leur taille, que les chenilles âgées. Nées sur les feuilles, elles gagnent progressivement les fruits par reptation. Elles commencent à s'alimenter quelques heures après leur sortie; mais la pénétration dans les fruits n'a lieu généralement que plusieurs jours après l'éclosion. Durant sa vie extérieure, cette petite chenille mène une existence vagabonde, c'est le *stade baladeur* de Bovey, observé également chez *L. funebrana* Treits., durant cette période, la chenille broute la parenchyme des feuilles et mordille la cuticule des jeunes fruits. Ce stade phyllophage des chenilles peut se prolonger parfois assez longtemps et on a même observé des chenilles vivant, durant toute leur existence, exclusivement aux dépens des feuilles de pommier, bien que ce cas doit être considéré comme exceptionnel (cf. *supra*, p. 130). Dans la grande majorité des cas, la chenille gagne, 2 à 5 jours après l'éclosion, le fruit le plus proche et s'y installe pour achever son évolution. Avant de pénétrer dans la pomme ou dans la poire, la chenille détermine souvent des *morsures d'exploration*, elle creuse des logettes dans la cuticule et atteint la pulpe, ressort et détermine plus loin une altération analogue. La pénétration définitive dans le fruit n'a souvent lieu qu'après la cinquième ou sixième piqûre nutriciale ou d'exploration. Ces «piqûres» sont souvent très préjudiciables au jeune fruit, et déterminent des zones de cicatrisation autour desquelles on observe fréquemment une nécrose des

tissus. Le développement du fruit ainsi «piqué» se fait souvent irrégulièrement, car la pomme s'accroît plus vite du côté opposé aux morsures, elle prend alors une forme mamelonnée ou asymétrique [1] [2].

La pénétration de la chenille dans le fruit obéit à un processus très intéressant qui était assez mal connu jusqu'ici et que nous avons pu déterminer au cours de nos recherches. Cette pénétration n'est, en fait, jamais définitive, la chenille peut se loger dans un fruit, y vivre un certain temps, en ressortir et terminer son évolution dans un autre fruit. Elle est susceptible de contaminer ainsi successivement plusieurs petites pommes ou poires. Il y a lieu de distinguer d'une part les piqûres superficielles, nutriciales et d'exploration du jeune âge, d'autre part les galeries pénétrantes de la chenille du deuxième ou du troisième stade, qui entament profondément la pulpe et occasionnent le gros des dégâts. Les fruits ainsi attaqués deviennent «véreux».

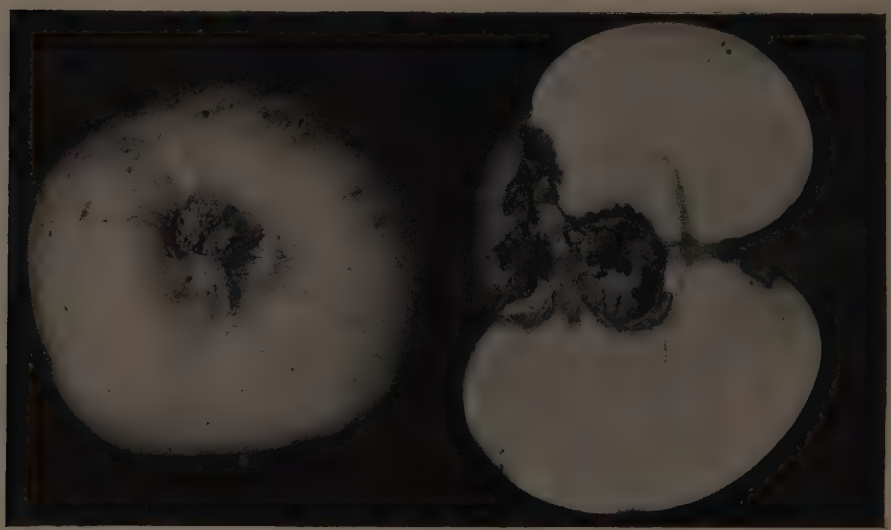


Fig. 11. — Couloir de pénétration central par «l'œil du fruit» dans une pomme. (Aspect extérieur et coupe.)

La pénétration de la chenille dans la pulpe ne se fait pas que par l'œil du fruit ou au niveau du pédoncule, comme on l'admettait généralement autrefois, mais par n'importe quel point de la surface du fruit (fig. 11 et 12). Elle a souvent lieu au point de contact de deux fruits ou d'une feuille et d'un fruit. Cette pénétration provoque dans la pulpe un couloir généralement unique, irrégulier (fig. 13), se dirigeant invariablement vers les loges carpellaires et vers les pépins. C'est cette partie centrale du fruit que la chenille affectionne tout particulièrement, elle constitue sa nourriture essentielle. Les pépins et les écailles carpellaires sont souvent partiellement ou totalement dévorés. L'attaque de la pulpe, de la chair même du fruit, n'intervient que pour frayer un passage à la larve entre l'extérieur du fruit et la zone carpellaire. Seul ce couloir, cette galerie de pénétration, entame la pulpe, qui, par ailleurs, peut rester parfaitement saine.

[1] Il ne faut pas confondre cette attaque avec celle des pucerons ou de diverses chenilles qui provoquent également, par des piqûres précoces, la déformation des jeunes fruits.

[2] L'étude du comportement des chenilles néonates est facile à réaliser par isolement des pontes sur papier placées ensuite sur des fruits dans des jarres de grès (fig. 9).

Fig. 12. — *A gauche :* couloir latéral débouchant à proximité de l'œil du fruit (aspect extérieur, remarquer la déformation de la pomme).
A droite : couloirs multiples d'évacuation dans une pomme avec zones de nécrose.

Fig. 13. — Couloir de pénétration latéral dans une pomme; la chenille respecte la pulpe, dévore les pépins et rejette les excréments à l'extérieur. (Coupe.)

Le couloir de pénétration, au lieu d'être unique et large, peut devenir double ou multiple; il peut se diviser, se bifurquer à une certaine profondeur et former plusieurs branches s'orientant vers le centre du fruit ou se rejoignant les unes aux autres avant leur aboutisse-

Fig. 14. — Attaque classique des pépins et de la zone péricarpellaire. (Coupe.)

ment (fig. 14). Ce couloir joue un double rôle, c'est non seulement un couloir de pénétration mais aussi une galerie d'évacuation; en effet, les excréments, accumulés au centre du fruit par la chenille, sont expulsés à l'extérieur, ils sont poussés au dehors par le mouvement de va-et-vient de la chenille dans sa galerie. Les glomérules d'excréments, d'un brun sombre, s'accumulent alors à la surface de la pomme, à l'entrée même de la galerie primitive qui, élargie par la chenille au cours de sa croissance, devient une galerie d'évacuation. Le diamètre du trou d'entrée primitif est alors considérablement agrandi; il peut arriver que la chenille confectionne une galerie d'évacuation ne coïncidant pas avec la galerie de pénétration, mais dans la plupart des cas, c'est le même couloir qui sert aux deux fins et le trou de sortie se confond alors avec le trou d'entrée. Les fruits véreux sont faciles à distinguer des fruits sains, en raison des glomérules d'excréments qui s'accumulent à la surface du trou d'évacuation et qui sont rapidement envahis par les moisissures. (Fig. 11 et 12).

Fig. 15. — Couloir central dans une poire limité à la zone péricarpellaire mais respectant la pulpe.

La pourriture du fruit attaqué par *L. pomonella* est rare, aussi bien sur les pommes que sur les poires (plus sensibles) et même les pêches. Extérieurement, le fruit offre un aspect malpropre qui déprécie considérablement sa valeur marchande. A l'intérieur on observe une masse bourrée d'excréments de chenille envahie par les moisissures qui se trouve limitée généralement à la zone d'habitat, c'est-à-dire dans la partie péricarpellaire du fruit et des pépins (centre du fruit). Le couloir de pénétration se cicatrise généralement par une mince couche de liège, mais à la partie initiale du couloir, celle qui communique avec l'extérieur, on trouve le plus souvent une nouvelle agglomération d'excréments moisis qui déprécient la présentation du fruit. (Fig. 15).

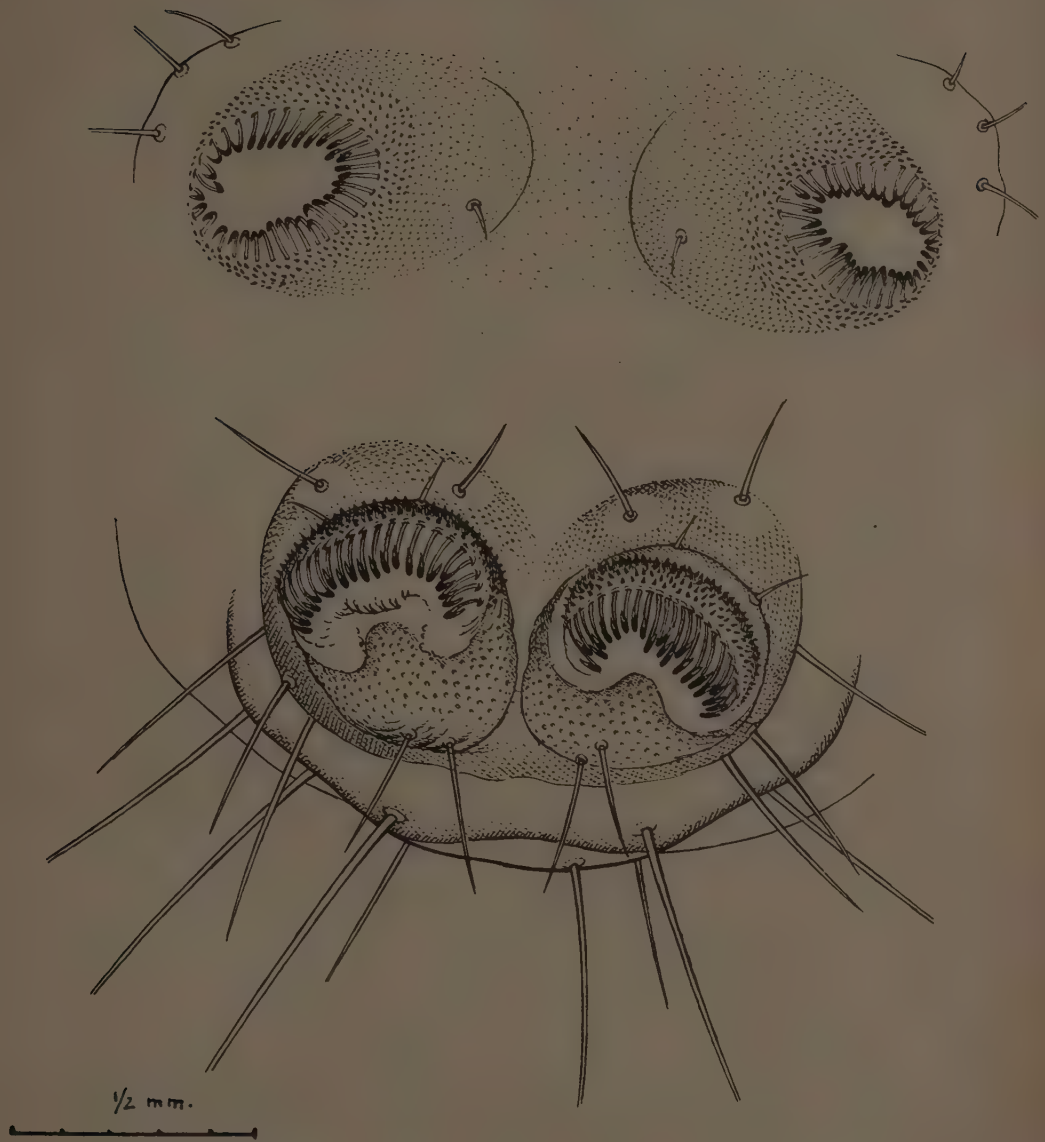


Fig. 16. — Détail de la structure des dernières fausses-pattes abdominales (en haut) et des fausses-pattes anales (en bas) de la chenille du 5e stade de *Laspeyresia pomonella* L.

Les fruits véreux ont une maturation activée par rapport à celle des fruits sains.

Au cours de nos recherches, nous avons également constaté que la chenille néonate ne s'attaque au jeune fruit que lorsque celui-ci a atteint un certain développement, que les pépins sont formés et que le diamètre de la pomme ou de la poire est au moins de 2 centimètres. Nous n'avons jamais observé d'attaques sur les fruits fraîchement noués et encore moins sur les fleurs, même sur les variétés dont la floraison très tardive (fin juin et juillet) coïncide avec

la pleine période d'infection de *L. pomonella*. Les chenilles de la première génération ont un aspect différent des chenilles hivernantes, leur couleur est plus vive, elles sont d'un rose clair ou d'un rose vif, leur forme est également plus élancée. Les chenilles qui évoluent dans les pêches sont d'un rouge saumoné intense.

La chenille de *L. pomonella* ne se différencie guère, par son seul aspect extérieur, de celle des autres *Laspeyresia*, c'est une chenille de 18 millimètres environ à tête brune foncée et plaque thoracique bien développée; sur chaque segment, l'on remarque des tubercules sombres, plus ou moins lavés suivant les individus, au centre desquels se trouvent fixées des soies souples et fines. Au point de vue morphologique, cette espèce se distingue immédiatement de tous ses congénères par la structure des fausses pattes abdominales et anales. Les fausses pattes adbominales sont constituées par une couronne complète de crochets fortement recourbés à leur extrémité, au nombre de 35 à 45, suivant les individus. Cette couronne est insérée sur un mamelon finement spiculé. Les fausses pattes anales sont formées par une rangée de crochets analogues mais qui sont disposés en arc de cercle et seulement au nombre de 25 à 30 éléments, on enregistre également l'absence complète du peigne anal, qui existe chez les chenilles de la grande majorité des autres *Laspeyresia*. La chenille de *L. pomonella* peut être facilement confondue, dans ses jeunes stades, avec celle de *L. molesta* Busk. et *L. funebrana* Treits., mais ces deux dernières sont pourvues d'un peigne anal bien développé.

La durée d'évolution de la chenille varie dans une proportion assez grande suivant les conditions climatiques. En juin et juillet, elle s'accomplit normalement en 20 à 30 jours, mais elle peut être retardée par les printemps froids et pluvieux. De toutes façons, à partir de la première semaine de juillet on peut trouver des chenilles complètement évoluées dans les fruits, mais c'est surtout dans la seconde quinzaine de ce mois qu'elles sont particulièrement abondantes. Arrivée au terme de sa croissance, la chenille abandonne définitivement le fruit pour aller s'abriter et tisser son cocon. Ce cocon est confectionné soit sur l'arbre même dans des excavations diverses, soit en dehors de l'arbre (cf. *supra*). La chenille abandonne le fruit en se laissant tomber à terre, ou en rampant des fruits vers les branches, et des branches vers le tronc. D'après les observations faites par Brooks et Blakeslee (1915), dans la région des Apalaches (États-Unis), sur 100 chenilles quittant les fruits, 41,49 % se laissent tomber sur le sol et 58,5 p. 100 gagnent leur abri par reptation. Parmi les chenilles tombées à terre, un certain nombre remontent sur l'arbre pour s'abriter, si l'arbre offre des refuges suffisants.

J. Cycle des générations. — Lorsque la chenille a confectionné son cocon, deux phénomènes peuvent se produire : ou la chenille restera à l'état de chenille en diapause dans le cocon jusqu'au printemps suivant, ou la chenille se nymphosera pour donner un papillon quinze jours à trois semaines après sa sortie du fruit.

Dans le premier cas, nous aurons un cycle à une seule génération annuelle, dans le second cas, un cycle à deux générations.

Au cours de nos recherches, nous avons pu établir la règle suivante :

VI. *Dans toute la France tempérée (Touraine, Yonne, Nord, Orléanais, Bassins de la Seine et de la Loire) le cycle à une génération est nettement dominant, quelles que soient les conditions climatiques de l'année.*

En effet, dans la région parisienne 90 p. 100 des individus possèdent un cycle à *une seule génération*, cette proportion peut être nettement plus élevée, comme ce fut le cas en 1935 et surtout en 1936, où les individus de deuxième génération furent pratiquement inexistants (0,5 à 1 p. 100 à Grignon). La deuxième génération est donc toujours partielle et réduite; il en est de même dans différentes régions de France (Pivert 1936; Soulié 1935) et de Suisse (Bovey 1934) et très vraisemblablement dans la plupart des régions de l'Europe moyenne tempérée.

Dans la région parisienne, les individus précoces de seconde génération pondent dans les vergers à partir de la mi-juillet et leur descendance augmente légèrement dans les vergers

le taux d'infection provoqué par les individus tardifs de première génération. Ce vol se prolonge dans le courant du mois d'août mais il est infiniment probable que les papillons tardifs de seconde génération sont peu prolifiques, en raison des conditions climatiques et microclimatiques défavorables à l'accouplement et à la ponte qui se rencontrent à cette époque. D'après tout ce que nous savons sur le comportement de *L. pomonella* on peut conclure que dans tout le bassin de la Seine et la région nord de la France, l'importance économique réelle de la seconde génération est, sinon nulle, tout au moins très secondaire.

A Clermont-Ferrand, Soulié (1936) signale deux générations, la seconde étant une génération partielle qui en 1936 s'est étendue à 5 p. 100 des individus. D'après cet auteur, les dégâts de cette seconde génération seraient sensibles sur les fruits déjà bien développés. Pivert (1936) arrive aux mêmes conclusions pour l'Anjou.

Si dans la région nord tempérée de la France, la deuxième génération de *L. pomonella* est faible ou inexistante, il n'en est pas de même dans la partie plus méridionale de notre pays, notamment dans le Sud-Est, le Sud-Ouest, le Midi, où tous les travaux relatifs à la biologie de *L. pomonella* s'accordent pour considérer que la seconde génération est très importante (sauf dans les régions montagneuses).

Dans la vallée du Rhône, y compris la région lyonnaise, le cycle à deux générations serait le cycle normal (Paillot 1931).

Dans le Grésivaudan (Isère), Guidici considère que 50 p. 100 des chenilles de première génération se nymphosent pour donner des papillons de deuxième génération. Joessel qui a précisé le comportement de *L. pomonella* à Avignon a toujours observé une seconde génération importante.

En Vénétie, Malenotti (1936) arrive aux mêmes conclusions. Les observations récentes, faites par Mattras (1938) dans diverses localités du Midi et de la région méditerranéenne, sont fort intéressantes car elles démontrent clairement que les sorties de papillons s'échelonnent d'une façon plus ou moins continue depuis le début de mai jusqu'à la fin du mois d'août. Il est infiniment probable, comme le suggère Mattras, que les papillons d'août sont des papillons de seconde génération.

Un fait important dans le comportement de *L. pomonella*, c'est que l'on n'observe pas, chez cet insecte, de délimitation nette entre les sorties des papillons issus de la première génération et ceux de la seconde et ceci, aussi bien dans le Nord que dans le Midi. Le plus souvent dans la nature, les individus tardifs de première génération grossissent le nombre des individus précoces de seconde génération.

La sortie de *L. pomonella* s'échelonne d'une façon plus ou moins continue pendant trois ou quatre mois (mai à septembre), et ne peut se comparer à ce qui s'observe chez *l'Eudemis* ou la *Cochylis* chez qui les vols de papillons des différentes générations sont nettement séparés.

Quoi qu'il en soit, on n'observe nulle part en France de troisième génération; toutes les chenilles de seconde génération tisseront un hibernaculum venant s'ajouter à ceux des individus de première génération, ces individus resteront en diapause jusqu'au printemps suivant.

Il paraît en être de même en Afrique du Nord; pour le Maroc, il y a lieu d'attendre le résultat des recherches actuellement en cours, mais pour l'Algérie on peut se rapporter aux récentes recherches faites par Frézal (1938) en Oranie. D'après cet auteur, il n'y a pas de captures de Carpocapse à Assi-ben-Okba (Oran) passé le mois d'août, mais à Aïn-Témouchen situé dans la zone sublittorale du Tell, cet auteur a observé des sorties le 8 octobre, ce qui laisserait supposer l'existence possible d'une troisième génération très limitée d'ailleurs en Afrique du Nord, comme cela a été exceptionnellement constaté dans le Sud des États-Unis.

Dans la région parisienne, comme dans toute la France tempérée, le cycle à une seule génération n'implique pas nécessairement la manifestation d'une attaque précoce et l'absence de contamination tardive; si la contamination des fruits ne s'observe jamais avant le mois de juin dans les vergers, l'échelonnement considérable dans l'époque de la nymphose printanière, qui intervient parmi les chenilles hivernantes, étend la durée des éclosions de papillons sur une très longue période. Même dans le cas du cycle à une seule génération, on peut donc observer des sorties de papillons en août et, par conséquent, des possibilités

de contamination de fruits en septembre. Dans le cas du cycle à deux générations dominant dans le Midi, la période de contamination est de même durée, mais les infections tardives seront proportionnellement plus nombreuses. Dans le bassin de la Seine, le taux d'infection des fruits dans les vergers est au maximum entre la mi-juin et la mi-juillet.

Que l'on ait affaire à des lignées ayant une ou deux générations, la règle sera toujours la même en ce qui concerne la protection des vergers. Cette protection devra intervenir, dans l'un et l'autre cas, durant une longue période, de juin à août, c'est-à-dire pendant deux mois [1]. L'amplitude des vols de papillons, leur importance numérique, leur fréquence, ne peuvent donner aucune indication précise quant aux dates d'infection dans les vergers, qui sont exclusivement soumises aux conditions climatiques et microclimatiques. Pour que l'infection se manifeste, il faut non seulement des papillons, mais aussi des conditions écologiques favorisant les accouplements et la ponte. Des pontes massives peuvent intervenir dans la nature sans qu'il y ait de captures importantes dans les pièges et inversement, les captures peuvent être importantes mais les pontes nulles ou clairsemées. La protection des fruits dans les vergers doit donc intervenir sur une très longue période et les stations d'avertissement doivent s'appliquer à rappeler aux arboriculteurs la date d'exécution du premier traitement (*cf. supra*).

A la suite de nos recherches, nous avons donc pu établir la VII[e] règle suivante :

VII. *Dans le bassin de la Seine et vraisemblablement dans tous les vergers de la France tempérée, les fruits sont susceptibles d'être contaminés par les chenilles entre le 1[er] juin et le 1[er] septembre, mais 80 p. 100 de ces infections interviendront entre le 15 juin et le 20 juillet.*

Il en est de même pour la région méridionale et méditerranéenne de notre pays, mais dans le Midi les infections sont susceptibles de commencer un peu plus tôt dans les vergers, vers le 20 mai. (*cf. supra*)

Il ressort de toutes ces observations que les fruits doivent être protégés contre les attaques des chenilles pendant une très longue période, allant de juin à août pour les vergers de la France tempérée et méridionale.

Le cycle évolutif du carpocapse étant connu, nous pouvons établir nos traitements non plus sur des conceptions hypothétiques, mais sur des données biologiques rigoureuses.

IV. Recherches sur les méthodes de lutte.

Les recherches sur les méthodes de lutte contre *L. pomonella* ont été poursuivies par nous d'abord à Grignon, puis dans différents vergers de France, au cours des années 1935, 1936 et 1937 ; ces recherches ont été étayées sur les données biologiques progressivement acquises au cours de ces mêmes années.

Ces recherches ont porté d'une part sur les méthodes de lutte curatives : traitements aux huiles arsenicales; traitements de complément (pour les variétés précoces à la nicotine) et d'autre part sur les méthodes de lutte préventive ou accessoires (ceinturage et ensachage).

Traitements curatifs.

Nous avons été conduits, par nos recherches biologiques, à transformer les méthodes de lutte conseillées jusqu'alors pour combattre le « ver des pommes » et à substituer aux traitements précoces de printemps, effectués à partir de la chute des pétales avec les bouillies arsenicales cupro-arsenicales (traitements mixtes), des *traitements tardifs de printemps et des traitements d'été* aux bouillies arsenicales ou aux huiles arsenicales qui, seuls, sont susceptibles de garantir une protection complète des fruits.

[1] Sorauer (1925) signale que les jeunes chenilles broutent les corolles des fleurs lorsque les fruits ne sont pas développés; nous n'avons jamais constaté ce phénomène.

Comme nous l'avons vu plus haut, dans toute la France moyenne (région parisienne, Ouest, Est, Orléanais, Anjou, Touraine, Deux-Sèvres) la contamination des fruits dans les vergers est pratiquement impossible avant le 1er juin, quels que soient le lieu et les conditions climatiques de l'année. La durée de cette période de contamination se prolonge, en raison des éclosions échelonnées de papillons, sur une très longue période allant généralement jusqu'en fin août, mais elle passe par un maximum qui se trouve ordinairement placé entre le 15 juin et le 20 juillet. Il est donc indispensable de protéger les fruits de juin à septembre en maintenant à leur surface une pellicule d'arsenic susceptible d'empoisonner la chenille, soit au moment où elle mordillera la cuticule pour se nourrir (piqûre d'exploration ou nutriciale), soit au moment où elle pénétrera à l'intérieur du fruit (galerie de pénétration).

Ce traitement doit également s'étendre au feuillage dont les jeunes chenilles se nourrissent fréquemment durant les premiers jours qui suivent leur éclosion, surtout lorsque l'on a affaire à des variétés à floraison tardive. D'autre part, il est bien démontré, grâce aux recherches de Smith (1929), que la chenille néonate est susceptible de s'empoisonner par un simple contact avec l'arsenic, sans qu'il y ait même consommation, si elle est obligée de circuler constamment sur une surface recouverte de poison.

Au cours de l'année 1936, les résultats obtenus par l'application des traitements tardifs nous confirmèrent toute la valeur pratique de nos recherches théoriques, mais étant donnés les moyens dont nous disposions, nous n'avons pu expérimenter ces traitements que sur un petit nombre d'arbres.

En 1937, sur la demande et avec l'appui de M. Gay, inspecteur général de l'Agriculture et de M. Saulnier, alors chef du Service de la Défense des végétaux, nous avons pu effectuer des essais sur une grande échelle, dans les conditions de la pratique courante. Ce sont ces résultats que nous développerons ici.

Conditions des expériences. — Nos traitements ont porté sur de nombreux arbres, pommiers et poiriers, en pleine production, dans des vergers situés dans des régions de France très différentes. Les arbres traités étaient conduits en plein vent, en espalier, en contre-espalier et en pyramides. Ils représentaient dans l'ensemble les principales variétés commerciales de pommes et de poires de notre pays. Nous avons été favorisés par une année de bonne récolte où les résultats des traitements ont pu être facilement appréciés, du fait qu'ils ont porté dans l'ensemble sur un chiffre approximatif de 100.000 kilogrammes de fruits.

Ces essais ont été effectués :

1° Dans les vergers de l'École d'Agriculture du Neubourg (Eure), sur des espaliers, contre-espaliers, pyramides, de pommes et de poires appartenant aux principales variétés commerciales et de luxe.

2° Dans un verger de plein vent de production industrielle de «Reinette de Jaune» à Coulaines (Sarthe).

3° Dans les vergers de plein vent de production industrielle de Saint-Paterne (Indre-et-Loire) «Reinette de Jaune».

4° Dans le verger de l'École nationale d'Agriculture de Grignon sur des pyramides, cordons, de différentes variétés de pommes de luxe.

5° Dans un verger de plein vent de pommiers de la région de Niort (Deux-Sèvres).

Époque des traitements et formule. — Dans tous les vergers traités nous avons appliqué la *même formule à la même époque;* il s'agit donc d'une méthode *standard* qui s'effectue aux dates suivantes, quels que soient le lieu et les conditions climatiques de l'année et la variété

considérée, à la condition que cette variété (pomme ou poire) soit récoltée à partir du 1er octobre :

1er traitement....	1er juin (ou date la plus proche du 1er juin) : *huiles arsenicales.*
2e traitement....	20 juin : même formule.
3e traitement....	12 juillet : traitement arsenical seul.
4e traitement....	1er août : *huiles arsenicales.*

Passé le 1er août, aucun traitement arsenical n'a été effectué dans les vergers.

Dans tous nos essais nous avons utilisé un arséniate diplombique de fabrication française (renfermant en réalité 3/4 d'arséniate diplombique et 1/4 d'arséniate triplombique) titrant 7,5 p. 100 en As soit 11,6 en As^2O^5. Ce composé a été utilisé à la dose de 1 kilogramme par Hl. donnant une suspension arsenicale parfaite, titrant 75 grammes d'arsenic. Cette concentration correspond à la dose normale conseillée par les auteurs américains (Webster, 1934) et par Raucourt, Trouvelot et Castets (1938) pour obtenir une mortalité suffisante des chenilles (0 milligr. 102 par cm^2 ou 8 milligr. par kilogr. de fruit). Nous avons utilisé l'arséniate diplombique de préférence aux autres composés arsenicaux car l'expérience nous a démontré que, dans l'état actuel des choses, l'arséniate diplombique est le plus stable des arsenicaux, celui dont la durée d'action est la plus prononcée, celui qui est le moins sensible au phénomène de la carbonatation et le mieux supporté par la végétation en raison des traces insignifiantes d'arsenic non combiné qu'il renferme (Balachowsky et Mesnil, 1936, t. II, p. 1767 et suiv.).

Ce composé arsenical a été mélangé dans trois traitements sur quatre avec une *huile blanche d'été* (émulsion commerciale d'origine américaine représentant environ 90 p. 100 d'huile pure). Cette huile ultra-raffinée possède un indice de sulfonation de 98 p. 100 et une viscosité moyenne de 90-95° Seybolt. Elle a été utilisée à raison d'un litre d'émulsion pour 100 litres d'eau.

La formule d'utilisation fut donc la suivante :

Arséniate diplombique.....	1 kilogr.
Huile blanche.....	1 litre.
Eau.....	100 litres.

Nous avons mélangé l'huile à l'arséniate diplombique pour augmenter la durée d'action de ce dernier composé[1] ; l'huile s'étale en pellicule fine à la surface des fruits et maintient les particules d'arsenic à l'abri de l'air et de l'eau, elle limite l'action des agents atmosphériques (hydrolyse, carbonatation, lavage, etc.), aussi, l'action du composé arsenical, à sa dose d'efficacité (6 à 8 milligr. d'As par kilogr. de fruits) est-elle très sensiblement prolongée. La pratique nous a démontré qu'avec une émulsion d'huile arsenicale l'on obtient une durée d'efficacité d'environ 30 jours, alors que cette durée n'est guère que de 15 ou 20 jours pour l'arséniate diplombique utilisé en simple suspension dans l'eau.

La répétition des traitements est de toutes façons indispensable car, entre le 1er juin et le 1er août, les fruits augmentent considérablement de volume, et la pellicule d'arsenic, uniforme au moment de la pulvérisation, subit rapidement de nombreux «vides» qu'il y a lieu de combler par un nouvel apport d'arsenic. Les quatre traitements, que nous avons conseillés avec la même formule, sont donc destinés à maintenir en permanence à la surface du fruit une quantité d'As suffisante pour tuer les chenilles.

La valeur de ces formules a été largement démontrée par les résultats pratiques obtenus.

Résultat des expériences.

1° Verger de l'École d'agriculture du Neubourg (Eure). — Les traitements ont été très soigneusement appliqués par M. Ronteix, directeur de l'École d'agriculture du Neubourg, mais, en raison des condi-

[1] Les émulsions d'huile arsenicale sont couramment utilisées en Amérique pour lutter contre le Carpocapse.

tions atmosphériques défavorables, ils ont été réduits à trois opérations le *1er juin*, le *20 juin* et le *19 juillet*, effectuées toutes trois aux huiles arsenicales.

Ces traitements ont porté sur 1.697 arbres, dont 663 poiriers et 1.034 pommiers, représentant au total 50 variétés de poires et 40 variétés de pommes.

Résultat. — Contamination globale des arbres traités : *inférieure* à 1 p. 100 (deux fruits contaminés dans la «Beurré Dumont», un dans la «Comtesse de Paris», deux dans la «Beurré Diel», trois «Reines des Reinettes», une «Reinette de Caux», une «Bénédictin»).

Arbres témoins non traités. — Contre espaliers : 45 p. 100 de fruits véreux tombés avant maturité; 11 p. 100 de fruits véreux restés sur l'arbre, soit une contamination globale de 56 p. 100. Espaliers : contamination globale de 30 p. 100.

2° Verger de Coulaines (Sarthe). — Les quatre traitements ont été effectués aux dates indiquées plus haut dans un verger industriel de 1 hectare 1/2 de superficie de pommiers en pleine production de «Reinette de Jaune». La totalité des comptages a porté sur 12.000 kilogrammes de pommes.

Les traitements ont été effectués sous la direction de M. Lévêque, Directeur des Services agricoles de la Sarthe et de M. Rouelloux, attaché à ce service. Le comptage a porté sur les fruits véreux restés sur l'arbre et ceux tombés à terre avant la récolte.

Arbres traités : 0 p. 100 de contamination globale. — Aucun fruit véreux n'a pu être relevé par M. Rouelloux et le propriétaire du verger de Coulaines, M. Desprès, au moment de la récolte.

Arbres témoins : contamination globale de 60 p. 100 de fruits véreux. — Dans ce verger, les arbres témoins alternaient avec les arbres traités.

3° Vergers de Saint-Paterne (Indre-et-Loire). — Les quatre traitements ont été effectués normalement aux dates suivantes : 1er juin, 19 juin, 16 juillet, 12 août. Le dernier traitement a été retardé en raison des conditions atmosphériques.

Le verger traité est constitué par des arbres de plein vent en pleine vigueur et de production industrielle de «Reinette de Jaune» donnant en moyenne 250 à 350 kilogrammes de fruits à l'arbre. Les traitements ont été effectués par M. Perdriau, directeur du Syndicat pomologique de Saint-Paterne, un des praticiens les plus avertis de notre pays, à qui l'on est redevable de la régénération de nos vergers industriels de Touraine.

Bien que le traitement ait porté sur plusieurs dizaines d'hectares, les comptages n'ont été établis que sur 1 hectare environ, représentant le champ d'expériences proprement dit, où les arbres témoins ont simplement subi les traitements cupriques de printemps contre la tavelure.

Les résultats furent les suivants :

Arbres traités. — 3,5 p. 100 de fruits véreux.

Arbres témoins. — 39 p. 100 de fruits véreux.

4° Vergers de l'École nationale d'agriculture de Grignon (Seine-et-Oise). — Verger de pommiers et de poiriers en pyramide, espalier, contre-espalier et plein vent, comprenant au total 308 arbres traités appartenant aux variétés suivantes :

Pommes. — «Ménagère», «Calville blanc», «Reinette grise», «Belle de Pontoise», «Reine des Reinettes», «Ravaillac».

Poires. — «Passe Crassanne», «Tongres», «Beurré Naghin».

Les traitements ont été effectués aux dates indiquées sous le contrôle de M. Goumy, chef de travaux d'horticulture à l'École nationale d'Agriculture de Grignon et l'un de nous.

Le résultat des traitements fut le suivant :

A. *Pommiers :*

Arbres traités. — Sur les cinq premières variétés de pommes : 0,8 p. 100 de *fruits véreux*.
Sur la variété «Ravaillac» : 1 p. 100 de *fruits véreux*.

Arbres témoins. — Sur les cinq premières variétés de pommes : 46 p. 100 de *fruits véreux*.
Sur la variété «Ravaillac» : 52 p. 100 de *fruits véreux*.

B. *Poiriers :*

Arbres traités. — 0,4 à 2 p. 100 *suivant les variétés.*

Arbres témoins. — 42 à 61 p. 100 *suivant les variétés.*

5° Verger des environs de Niort (Deux-Sèvres). — Ce verger est représenté par différentes variétés de pommes de table conduites en plein vent. Les traitements ont été effectués aux dates normales par M. Ballereau, directeur du Syndicat de Défense contre les ennemis des cultures du département des Deux-Sèvres.

Les arbres ont reçu les quatre traitements, les 7 juin, 5 juillet, 19 juillet et 3 août.

Arbres traités. — Contamination globale : 1 p. 100.
(De 0 à 3 p. 100 suivant la variété.)

Arbres témoins. — Ayant subi les traitements cupriques le 12 avril et le 29 mai. Contamination globale : 35 p. 100.
(De 18 à 60 p. 100 suivant la variété.)

Parallèlement, un lot de pommiers a été traité à l'ancienne méthode dite «méthode américaine», il a reçu deux traitements arsenicaux après la chute des pétales, les 12 avril et 29 mai.

Contamination globale enregistrée : 21 p. 100.
(De 20 à 25 p. 100 suivant la variété.)

Persistance de l'arsenic sur les fruits. — Les fruits traités par les huiles arsenicales renferment plus d'arsenic au moment de la récolte que les fruits ayant subi les traitements précoces. Deux lots de fruits prélevés au moment de la récolte dans le verger de Coulaines (Sarthe) ont été analysés par notre collègue, M. Raucourt, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie. Les résultats de cette analyse furent les suivants :

Date du dernier traitement (huiles arsenicales).....	1er août.
Date de la récolte.....	2 novembre.
Date de l'analyse.....	13 novembre.
Teneur en arsenic, lot n° 1 : 0 milligr. 596.	
Teneur en arsenic, lot n° 2 : 1 milligr. 721.	

(Par kilogramme de fruits frais.)

Pour les vergers de Saint-Paterne, les analyses de M. Raucourt ont révélé les chiffres suivants :

Date du dernier traitement (huiles arsenicales).....	12 août.
Date de la récolte.....	2 novembre.
Date de l'analyse.....	16 décembre.
Teneur en arsenic au kilogramme : 0 milligr. 383.	

Cette teneur en arsenic des fruits provenant de l'un ou l'autre lot correspond sensiblement à la tolérance légale adoptée par la législation américaine pour le commerce des fruits (1 milligr. par kilogr. de fruits frais) et ne présente pas le moindre danger pour le consommateur, qui ne pourrait être incommodé que par une dose 40 à 50 fois supérieure.

Ces expériences démontrent d'une façon indiscutable tout l'intérêt pratique des traitements tardifs dans la lutte contre le «ver des pommes».

Cette nouvelle méthode est du domaine de la pratique courante. Les dates de traitements que nous avons indiquées se maintiennent dans la limite des délais légaux (deux mois avant la récolte) [1] pour la quasi-totalité de nos variétés de pommes de table appartenant à nos variétés nationales et la grande majorité de nos variétés locales. Les analyses ont montré que la quantité d'arsenic qui subsiste sur les fruits au moment de la récolte est négligeable et ne présente aucun danger pour la santé publique.

En ce qui concerne les poires, la méthode n'est applicable qu'aux fruits récoltés après le 1er octobre. Le traitement des fruits précoces, récoltés en août et en septembre, ne peut être conseillé sans une modification de la législation actuellement en vigueur. Pour ces variétés précoces, le dernier traitement ne devra pas être postérieur au 1er juin ou au 15 juillet suivant les cas, évidemment, le taux d'infection de ces fruits s'en trouvera d'autant plus élevé (*cf. infra*).

Au point de vue économique, les traitements aux huiles arsenicales sont un peu plus coûteux que les traitements effectués aux bouillies arsenicales seules, mais, de l'avis même

[1] Arrêté du 22 juillet 1935.

des praticiens, cette augmentation de prix est négligeable par rapport à l'énorme bénéfice que l'on tire de cette méthode, tant par la qualité des fruits obtenus que par l'augmentation de récolte.

Il est infiniment probable que les traitements tardifs, spécifiquement dirigés contre le Carpocapse, se généraliseront d'ici peu dans tous les vergers de production de la France moyenne et septentrionale où les fruits sont susceptibles d'être traités dans les délais légaux, c'est-à-dire cueillis à partir du 1er octobre.

Traitement des variétés précoces.

Comme nous l'avons indiqué plus haut, des variétés précoces, et en particulier des *variétés de poires* qui arrivent à maturité à la fin de juillet, en août et en septembre, ne peuvent être

Fig. 7. — Pommier ceinturé
par une bande de carton ondulé imprégné au β naphtol.

traitées par cette méthode standard, car les délais légaux (cessation des traitements deux mois avant la récolte) ne pourraient être respectés. Dans la plupart des cas ces variétés ne pourront subir que le premier traitement (20 mai-1er juin) et le deuxième traitement (15 juin-20 juin) aux huiles arsenicales ou aux composés arsenicaux seuls. Les fruits approchant de leur maturité resteront sans protection contre les infections de Carpocapse, aussi est-il indispensable de substituer aux derniers traitements arsenicaux des *traitements curatifs de complément*. Ces traitements consistent en des pulvérisations nicotinées ovicides, agissant exclusivement par contact, et qui sont destinés à détruire les œufs au fur et à mesure des pontes ainsi que les jeunes chenilles menant encore une vie extérieure. La durée d'incubation de l'œuf et la vie externe de la chenille représentent au total, pendant la période estivale, une durée moyenne de 10 jours, aussi, pour posséder leur maximum d'efficacité, les traitements nicotinés devront être répétés tous les dix jours.

Si une variété de poires est récoltée le 1er septembre, les traitements arsenicaux devront être arrêtés le 1er juillet, l'efficacité des huiles arsenicales étant d'environ un mois, les fruits

seront protégés jusqu'au 1er août. A partir de ce moment, l'on devra recourir à des traitements de complément à la nicotine, espacés de 10 jours en 10 jours soit : 3 traitements.

Il y a grand intérêt à ajouter à la nicotine (sulfate de nicotine 300-350 gr. par hectol.) un produit mouillant, qui augmentera considérablement son pouvoir ovicide. Il va de soi que les soins à donner aux variétés précoces, par l'application de nombreux traitements nicotinés de complément, augmentent le prix de revient des traitements, ces opérations étant aussi dispendieuses que les traitements arsenicaux; les frais de main-d'œuvre provoqués par la répétition des pulvérisations ne peuvent être amortis que dans les exploitations rationnelles à gros rendement. D'autre part, il est difficile d'atteindre, avec la nicotine, un indice d'efficacité comparable à celui que l'on est en droit d'espérer avec le cycle régulier des quatre traitements aux huiles arsenicales; le taux d'infection sera toujours plus élevé.

Dans bien des cas, après le premier ou le deuxième traitement arsenical (*cf. infra*), l'on aura intérêt à recourir aux méthodes préventives, notamment à l'ensachage.

Méthodes de lutte préventives et accessoires.

Le ceinturage ou «banding». — Le ceinturage ou «banding» est employé depuis longtemps dans les vergers des États-Unis pour capturer les chenilles hivernantes en leur offrant un abri artificiel; cet abri consiste en des ceintures ou anneaux de carton ondulé fort, fixés sur le tronc des arbres où les chenilles trouvent, dans les alvéoles, un abri artificiel pour confectionner leur *hibernaculum*.

Un très grand nombre de travaux ont été publiés sur l'utilisation de ces pièges, tant en Amérique qu'en Europe (Steiner et Marshal, 1931; Paillot, 1931; Worter, 1933; Dotti, 1933-1934; Malenotti, 1935). Nous avons expérimenté le procédé de lutte au cours de l'année 1937 dans les vergers de l'École nationale d'Agriculture de Grignon (Viennot-Bourgin, 1938), ces expériences qui ont porté sur un total de 62 arbres ont été faites au moyen de bandes de carton ondulé imprégné de β naphtol (*cf. infra*).

Epoque du ceinturage. — L'époque la plus favorable au ceinturage dans la région parisienne comme dans tout le bassin de la Seine et de la Loire est la seconde semaine de juillet; le 15 juillet les bandes doivent être en place car, à ce moment, les premières chenilles abandonnent les fruits pour s'abriter.

Hauteur des bandes. — Les bandes sont destinées à capturer d'une part les chenilles qui descendent de la frondaison par reptation le long des branches et du tronc, et d'autre part celles qui se laissent tomber à terre, et «remontent» sur le tronc pour chercher un abri. Pour capturer ces premières, la hauteur la plus favorable conseillée par de nombreux expérimentateurs est de 1 m. 50 du sol; c'est celle qui nous a également donné les meilleurs résultats. La capture des chenilles tombées s'effectuera avec des bandes disposées à la base du tronc, au ras du sol.

Dans nos essais, nous avons disposé 10 bandes au niveau du collet, 20 bandes à 1 m. 50 du sol, c'est-à-dire sensiblement au niveau de la première fourche (arbres de plein vent), 12 bandes ont été placées sur la base des grosses branches et 10 arbres furent pourvus de 2 bandes, l'une à 1 m. 50, l'autre au collet. Les bandes furent mises en place le 27 juillet 1937 à Grignon. (Fig. 17).

Le nombre des chenilles capturées, rapportées à 100, dans ces différentes bandes fut le suivant :

Bandes disposées au collet de l'arbre	23
Bandes à 1 m. 50 du sol	100
Bandes à la base des grosses branches	37
Bandes au ras du sol doublant celles disposées à 1 m. 50	13

Il ressort de ces chiffres que les bandes disposées à 1 m. 50 sont celles qui capturent le maximum de chenilles, celles placées au collet sont également intéressantes car elles prennent des chenilles remontantes tombées au sol, qui sans elles se seraient dispersées. Les bandes placées à la base des grosses branches nous paraissent sans intérêt pratique.

Doublement des tours. — Sur les 20 bandes disposées à 1 m. 50 du sol, 10 d'entre elles comportaient un seul tour de carton autour du tronc, les autres étant constituées par 2 tours complets superposés. Ce genre de bande a été étudié afin d'augmenter le nombre de logettes de carton susceptibles d'arrêter un plus grand nombre de chenilles. En prenant 100 comme le chiffre du maximum, le nombre de chenilles retenues sont les suivants :

Avec deux tours.....	100 (moyenne de 10 arbres).
Avec un seul cercle.....	97

Les chenilles circulent simplement sur le tronc, elles ne contournent pas les obstacles et ne tissent pas leur cocon sur la couche externe du carton.

Le doublement des tours de carton est donc inutile.

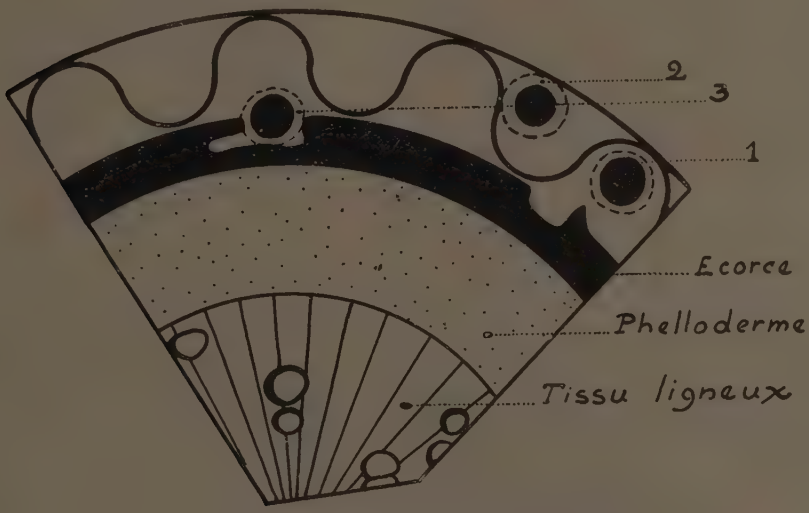


Fig. 18. — Schéma montrant la disposition des *hibernacula* par rapport à la bande de carton et l'écorce.

Comportement des chenilles. — Les chenilles, dès leur pénétration dans une des loges constituées par le carton ondulé, forment leur cocon. Celui-ci occupe, par rapport au carton et au tronc, une position très variable. Sur la plupart des bandes examinées, les chenilles se fixent dans les sillons du carton entre l'écorce et la partie ondulée de la bande (position 1 de la figure 18). On trouve là fréquemment, non pas un *hibernaculum* par sillon, mais deux à cinq cocons à peine achevés, agglutinés et en majeure partie superposés. Dans quelques cas, l'*hibernaculum* est formé à l'intérieur de la bande, dans les alvéoles du carton ondulé; dans cette position (n° 2 de la figure 18), les cocons sont isolés et situés de préférence vers l'une des extrémités du couloir, soit à son entrée, soit à sa sortie. Enfin la bande agit également comme abri vis-à-vis de l'écorce et une proportion notable de chenilles se fixent à même l'écorce ou sous l'écorce au niveau de la bande (position 3 de la fig. 18).

Ces constatations complètent celles que nous avons faites au sujet du doublement des tours; les chenilles de *L. pomonella* paraissent se déplacer uniquement sur l'écorce, elles ne contournent pas l'épaisseur de la bande ondulée.

L'*hibernaculum* est bientôt recouvert d'éléments cristallisés dont le carton est imprégné; il prend alors une teinte lie de vin, et 4 à 5 semaines après les chenilles se colorent également. Ces chenilles perdent beaucoup de leur mobilité puis meurent en noircissant. Le 3 janvier 1938, nous avons encore trouvé 5 p. 100 des chenilles vivantes dans les bandes fixées le 27 juillet 1937.

L'action de β naphtol se manifeste non seulement à l'intérieur du carton mais aussi sur le tronc, car sous l'influence des pluies le produit est lavé et se disperse au-dessous des bandes; son effet est tel que les chenilles, qui forment leur cocon sous les écorces ou au niveau du carton, ou entre le carton et le tronc, sont soumises de la même manière à une mort lente.

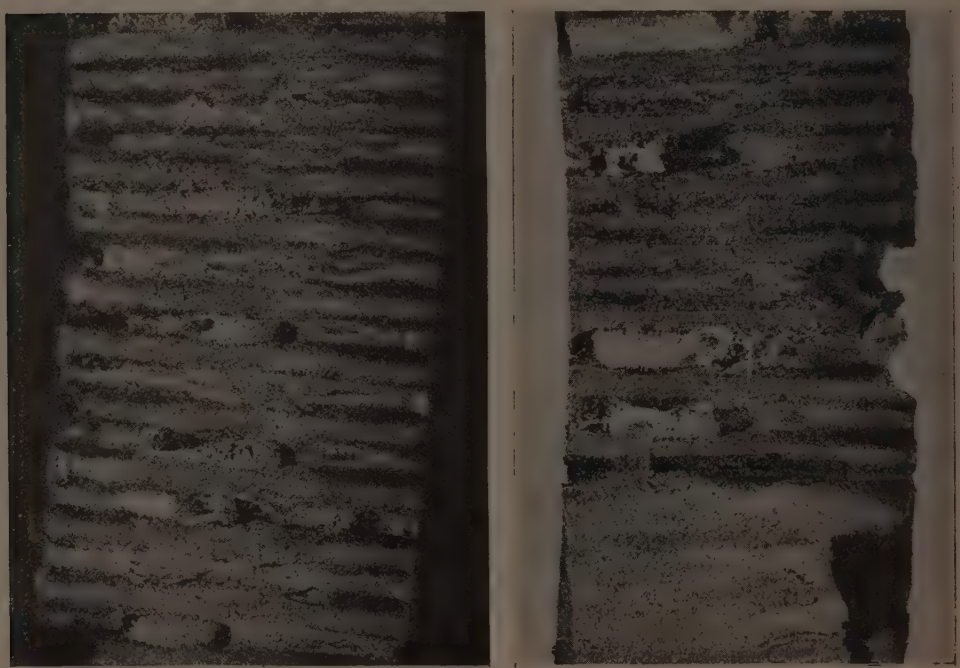


FIG. 19 — Bandes de carton ondulé imprégnées au β naphtol ouvertes en février et montrant de nombreux *hibernacula* fixés dans les alvéoles et des chenilles mortes (à droite).

Différents types de bandes. — Les bandes confectionnées avec une matière quelconque (vieux chiffons, tissus, sacs usagés, etc.) disposés sur le tronc, sont d'un intérêt médiocre et l'économie réalisée par ce procédé n'est guère à conseiller.

Les vieux sacs percés et usagés ont été utilisés à Grignon en 1935-1936, ils se sont montré d'un intérêt très inégal; ces sacs n'offrent pas toujours une adhérence suffisante, ils glissent le long du tronc ou s'ajustent mal, laissant ainsi des passages aux chenilles. Il se forme à la longue un mamelon dans lequel s'accumule une humidité excessive; pour toutes ces raisons les vieux sacs doivent être rejetés. Le carton ondulé, dont les alvéoles sont au moins de 0 cm. 4 de diamètre est le meilleur piège, ce carton peut être employé tel que, découpé en bandes de 15 à 20 centimètres de hauteur, et fixé sur le tronc par de la ficelle ou mieux encore par un fil en métal, ou imprégné de β naphtol, c'est ce dernier type que nous avons utilisé dans nos expériences. Le β naphtol qui imprègne le carton dégage des vapeurs toxiques qui tuent les chenilles (*cf. supra*).

L'avantage des bandes au β naphtol consiste dans le fait qu'une fois mises en place il n'y a pas lieu de s'en préoccuper, les chenilles prisonnières seront tuées durant l'automne et l'hiver par les vapeurs imprégnant le carton.

Les bandes mises en place le 26 juillet 1938 nous ont révélé les mortalités moyennes suivantes parmi les chenilles :

le 2 septembre.....	50 p. 100
le 1er décembre.....	73 p. 100
le 9 janvier.....	97 p. 100.

L'action des vapeurs de β naphtol est donc assez lente, une mortalité élevée n'est obtenue qu'après 5 ou 6 mois de contact et dans les régions où *L. pomonella* possède deux générations, les vapeurs toxiques ne sont pas suffisamment actives pour détruire les chenilles de première génération qui se nymphosent et donnent des papillons de seconde génération qui sortent des cartons ondulés.

Dans les bandes de carton identiques mais non imprégnées de β naphtol, les chenilles en diapause continuent à vivre normalement, il est donc indispensable, dans le cours de l'hiver, de détacher ces bandes et de les brûler afin d'éviter l'éclosion des papillons au printemps suivant.

Les bandes imprégnées au β naphtol coûtent sensiblement plus cher que les autres (0 fr. 90 au lieu de 0 fr. 15 environ pour un arbre de taille moyenne) et dans un cas comme dans l'autre l'usage de ces ceintures n'excède pas une saison. Dans ces conditions, le carton ondulé ordinaire rend à notre avis les mêmes services que le carton imprégné, si l'on prend soin de brûler les bandes en janvier ou en février.

Le ceinturage est une méthode de lutte complémentaire appréciable, surtout dans les vergers de plein vent où les vieux arbres offrent des abris nombreux aux chenilles. Le ceinturage s'est généralisé dans les noyeraies, notamment dans l'Isère, ou à défaut de traitements chimiques, le procédé permet l'élimination d'un grand nombre d'individus en hiver.

Ensachage.

Les traitements chimiques ne peuvent toujours s'appliquer dans les petits vergers d'amateurs, dans les jardins particuliers ou d'agrément, ou dans les plantations qui se limitent à quelques arbres. Ces traitements nécessitent l'achat d'un matériel trop coûteux pour les petits propriétaires; ils exigent la manipulation de produits qui, malgré tout, ne doivent rester entre les mains que des praticiens et des professionnels.

Dans toutes ces petites propriétés qui dominent dans les faubourgs des grandes cités, qui sont si nombreuses autour des habitations dans les villages, nous conseillerons de recourir aussi souvent que possible à l'ensachage; le procédé s'appliquera également aux exploitations de moyenne importance de fruits de luxe. Cette opération consiste à recouvrir le fruit d'un sac en papier de façon à le mettre à l'abri des infections des chenilles. Les sacs en papier sont préférables aux sacs de gaze ou de tulle dont les mailles, bien que très fines, peuvent néanmoins laisser passer les chenilles néonates. Le papier n'est jamais percé par les chenilles et si l'attache est bien faite au niveau du pédoncule, la protection du fruit est certaine. Les sacs, tout en étant bon marché, devront être suffisamment solides pour résister trois mois aux intempéries sans se fendre.

L'époque de l'ensachage a une très grande importance pratique, car si le fruit est ensaché trop tôt, sa maturation et sa coloration seront défectueuses; trop tard, il risque d'être contaminé par les chenilles.

Dans la région parisienne, comme dans toute la partie septentrionale de la France, il n'y a pas intérêt à ensacher les fruits (pommes et poires) avant la deuxième semaine de juin; si, par des années exceptionnelles, l'on risque quelques contaminations, ces dégâts, très minimes, sont largement compensés par l'avantage que l'on tire en retardant l'opération. Passé le 15 juin, tous les fruits devront être ensachés. Matras (*cf.* 1938) a observé dans la

propriété Traby à Sahorres (Pyrénées-Orientales) deux lots d'arbres, les uns ensachés au 5 juillet, les autres le 25 juillet, ces premiers ne présentaient aucun fruit véreux, alors que le pourcentage d'infection a été de 50 p. 100 sur les seconds, ce qui prouve que dans cette localité l'infection s'est faite entre ces deux dates.

L'ensachage avec les sacs de papier s'effectue de deux manières, soit avec des sacs dits «ouverts», c'est-à-dire des sacs entourant le fruit mais complètement ouverts sur leur partie terminale et les sacs «fermés», c'est-à-dire entièrement clos.

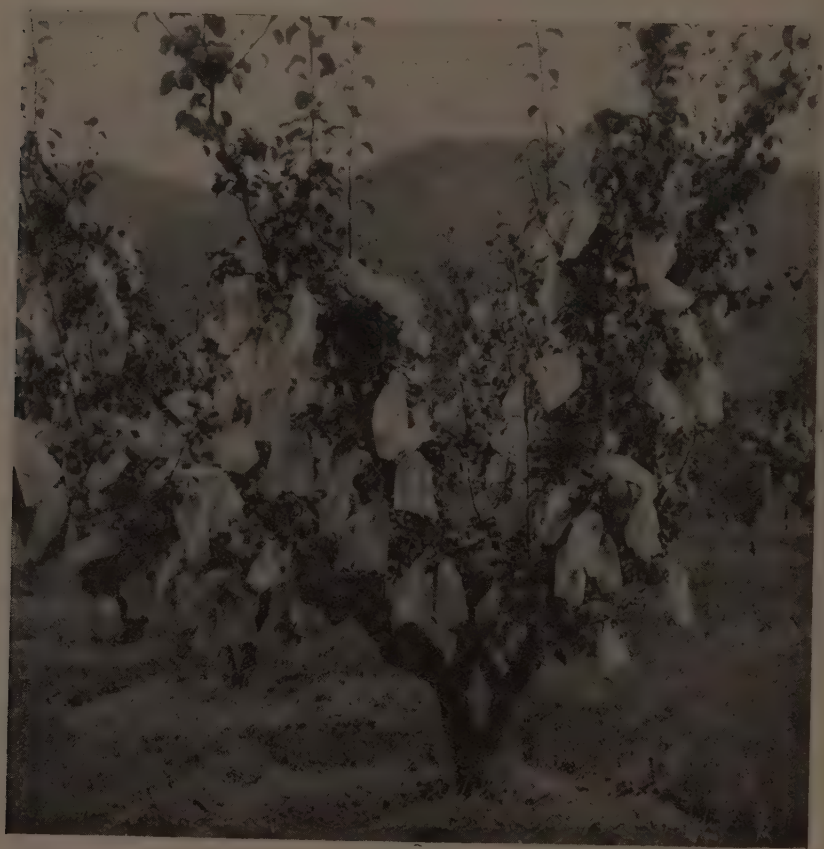


Fig. 20. — Ensachage généralisé des poires précoces dans la propriété de M. Traby, à Sahorres (Pyrénées-Orientales). — [Cliché pris le 4 août 1938.]

Dans la région parisienne les sacs «ouverts» sont très largement utilisés et donnent d'excellents résultats, notamment dans les vergers de Montreuil; il est probable que la chenille à son stade baladeur arrivant au contact du papier ne cherche pas à franchir l'espace qui la sépare du fruit, en contournant la base du sac, c'est la seule explication que l'on peut donner à la protection effective obtenue par ce procédé. Dans le Midi, notamment dans les Pyrénées-Orientales où l'ensachage est couramment pratiqué, l'on utilise exclusivement des sacs complètement clos. (Fig. 20.)

Depuis quelques années, des sacs de cellophane, transparents ou colorés, sont également apparus sur le marché et ont donné de bons résultats pour la protection des fruits.

Il va de soi que l'ensachage n'est applicable que dans les vergers familiaux ou dans ceux où les arbres sont conduits en forme basse (espalier, contre-espalier, fuseaux, pyramides, cordons, etc.) ; il est impraticable sur les formes de plein vent. Dans bien des régions, l'ensachage protège également les fruits contre l'attaque d'autres insectes, notamment de la mouche des fruits (*Ceratitis capitata* Wied.).

Conclusions.

Il ressort de tous ces travaux les conclusions suivantes :

1° La biologie de L. pomonella *a été précisée dans ses détails au cours de cinq années consécutives de recherches dans la région parisienne (Domaine de l'Ecole nationale d'Agriculture de Grignon), le bassin de la Seine et de la Loire (v. p. 125 à 152)* ;

2° Ces recherches ont permis de mettre au point une méthode de lutte étroitement étayée sur la biologie de l'insecte (v. p. 153 et 154) ;

3° Cette méthode de lutte consiste en quatre pulvérisations aux huiles arsenicales effectuées avec une formule standard du 1er juin au 1er août, sur toutes les variétés de pommes ou de poires récoltées à partir du 1er octobre. Cette pratique permet de protéger efficacement les vergers contre les attaques de L. pomonella *(v. p. 154 à 157)* ;

4° Pour les variétés précoces (poires de table principalement) la gamme des quatre traitements arsenicaux ne peut être conseillée en raison de la législation en vigueur. Les deux derniers traitements, ou le dernier traitement, seront remplacés par une série de traitements complémentaires ovicides à la nicotine (v. p. 157 et 158) ;

5° Les recherches effectuées sur le ceinturage ont permis de conclure que cette méthode de lutte accessoire est très intéressante pour les vergers de plein vent et dans les noyeraies, car elle permet de détruire de très nombreuses chenilles hivernantes. Les bandes de carton ondulé imprégnées ou non de β naphtol sont particulièrement à conseiller (v. p. 158 à 161) ;

6° L'ensachage est un procédé de lutte efficace susceptible d'être appliqué dans les petites propriétés et les jardins, où l'on peut utiliser des sacs «ouverts» ou «fermés» (v. p. 161 à 163).

BIBLIOGRAPHIE.

1927. Allmann (S. L.). — The Codling moth (*Cydia pomonella* L.) [*Agric. Gaz. New South. Wales*, vol. 38, Sidney, 1927.]

1930. Allmann (S. L.). — Studies of the anatomy and histology of the reproductive system of the female of Codling-Moth. (*Univ. of California, Public of Entomol.*, vol. V, n° 7, p. 135-164, Berkeley [ca], 1930.)

1936. Aristow (M.). — Distribution and zones of injury of Codling moth in the U. S. S. R. (*Summ. Sc. Res. Works of Inst. Plant Prot.*, for 1935, p. 58, Leningrad, 1936.)

1931. Balachowsky (A.). — Observations biologiques sur les Lepidoptères nuisibles aux cultures fruitières et florales du midi de la France. (*Rev. Path. vég. Ent. Agric. France*, Paris, 1931.)

1937. Balachowsky (A.). — La rupture expérimentale de la diapause chez le Carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.). [*C. R. Acad. Sciences*, p. 294, 25 janvier 1937.]

1937. Balachowsky (A.). — Le Carpocapse ou ver des pommes en France. Nouvelles données biologiques et méthodes de lutte. (*C. R. Journées lutte chimique contre les ennemis des cultures*, Maison de la Chimie, Paris, mai 1937.)

1937. Balachowsky (A.). — Le Carpocapse ou ver des pommes. (*Cultures modernes*, n° 7, Paris, juillet 1937.)

1938. Balachowsky (A.). — Les traitements contre le Carpocapse ou ver de pommes. (*C. R., III*e journée *de lutte contre les ennemis des cultures*, Paris, février 1938.)

1935. Balachowsky (A.) et Mesnil (L.). — Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, t. I, p. 130 et suiv., t. II, p. 1767 et suiv., Paris.

1935. Balachowsky (A.) et Viennot-Bourgin (G.). — Sur la biologie du Carpocapse dans la région parisienne. (*C. R. Acad. Agric., Paris.*)

1936. Balachowsky (A.) et Viennot-Bourgin (G.). — Recherches sur le comportement du Carpocapse en vue de l'établissement rationnel des traitements insecticides dirigés contre cet insecte. (*C. R. Acad. Agric.*, 8 juillet 1936.)

1938. Balachowsky (A.) et Viennot-Bourgin (G.). — Note préliminaire sur la valeur pratique des traitements tardifs dans la lutte contre le Carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.). [*C. R. Acad. Agric.*, 12 janvier 1938.]

1938. Bleton (C.). — Notes succintes sur la biologie de *Carpocapsa pomonella* L. dans la région de Fès. (*C. R. somm. Soc. Sc. nat. Maroc*, n° 8, p. 54-65, Rabat, 1938.)

1930. Bodenheimer (F. S.). — Die Schädlingsfauna Palestinas. (*Suppl. Zeit. für Angew-Entom.*, 1 vol., 408 p., P. Parey, édit., Berlin, 1930.)

1930. Bodenheimer (F. S.) et Naim (A.). — Studien zur lebengeschichte von *Carpocapsa pomonella* L. in Palestina. (*Anzeig. für Schädl.*, IV, n° 7, 1930.)

1935. Bovey (P.). — Observations sur le cycle évolutif de *Laspeyresia pomonella* L. en Suisse romande. (*Bull. de la Murithienne*, fasc. LII, p. 45-65, Saint-Maurice, Suisse, juin 1935.)

1937. Bovey (P.). — Recherches sur le Carpocapse des Prunes (*Laspeyresia funebrana* Treits). [*Rev. Path. vég. ent. agric. de France*, n°s 3-4, p. 189-317, Paris, 1937.]

1935. Boyce (A.). — The Codling-Moth in Persian Walnuts. (*Journ. Ec. Ent.*, vol. XXVIII, p. 864, 1935.)

1938. Brémond (P.). — Observation sur la chrysalidation hivernale de *Lapseyresia pomonella* au Maroc. (*C. R. séances mens. Soc. Sc. nat. du Maroc*, n° 3, p. 15, Rabat, mars 1938.)

1932-1935. Bruneteau (J.). — Les traitements des arbres fruitiers dans le Sud-Ouest. (*Rev. Zool. Agric. Appl. Bordeaux. Nov.-déc. 1932; janv.-février 1935.*)

1915. Brocks (F. E.) et Blackesler (E. B.). — Studies of the Codling Moth in the Central Apalachian region. (*U. S. Dpt. Agric.*, bull. 189, Washington D. C., 12 avril 1915.)

1928. Canizo (J. del). — El «Gresano» de los manzanas y peras. (*Bol. Path. reg. Ent. Agr.*, vol. III. p. 150-156, Madrid, décembre 1928.)

1931. Clausen (C. P.). — Insects injurious to Agriculture in Japan. (*U. S. Dpt. Agric.*, cir. 168, Washington, D. C. 1931.)

1931. Cutright (C. R.). — Some Laboratory reaction of young Codling Moth larvae. (*Journ. Econ. Ent.*, p. 81-83, 1931.)

1935. Cutright and Morrisson (M.). — Varietal susceptibility to Codling Moth injury. (*Journ. Ec. Ent.*, XXVIII, p. 107, 1935.)

1930. Delassus (M.), Balachowsky (A.), Brichet (J.) et Lepigre (A.). — Les ennemis des cultures fruitières en Algérie. (1 vol., 256 p., Jourdan, édit., Alger, 1930.)

1933. Dotti (F.). — Le fascie di carta ondulata nella contro il baco delle mele. (*Romagna Agric. et Zoot.*, p. 80-84, Ravenna, mars 1933.)

1934. Dotti (F.). — La Cattura diretta del baco delle mele (*Cydia pomonella*). [*Cattedra ambulante di Agric.*, Ravenna, 1934.]

1938. Dotti (F.). — La Cattura diretta delle larve di *Cydia pomonella* L. (*Rivista di Frutticultura*, vol. 2, n° 2, avril 1938.)

1933. Faës (H.), Stahelin (M.) et Bovey (P.). — Les traitements effectués entre les parasites des arbres fruitiers en 1930 et 1931. (*Ann. Agric. de la Suisse*, p. 17, 1933.)

1934. Faés (H.), Stahelin (M.) et Bovey (P.). — Les ennemis des plantes cultivées, p. 172, Payot, édit., Paris, 1934.

1918. Feytaud (J.). — Essais d'application du traitement contre le ver des pommes. (*Ann. des Epiphyties*, t. V., p. 36, Paris, 1928.)

1914. Fintzescu (G. N.). — Nombre des générations que le *Carpocapsa pomonella* produit chaque année à Jassy. (*Bull. Sect. Scienc. Acad. roumaine,* 3e année, n° 5, Bucarest, 12 décembre 1914.)

1915. Fintzescu (G. N.). — Fluturasul *Carpocapsa pomonella* L. in Jassi. (*Ann. Acad. romane,* 2e sér., t. XXXVIII, Bucarest, 1915.)

1926. Flanders (S. E.). — Variations in the seasonal development of the walnut Codling Moth and its host and influencal by temperature. (*Pan. Pacific Ent.,* vol. III, n° 2, p. 93-94, San Francisco. Cal., octobre 1926.)

1910. Foster (S. W.). — On the Nut feeding habits of the Codling Moth. (*U. S. Dpt. Agric. bur. Ent.,* bull. 80, part. 5, Washington, D. C. 1910.)

1930. Fowler (R.). — Result of experimental test for the control of Codling Moth as carried in the Black hood exp. Orchad. (*Bull. Dpt, Agric. South. Australia,* p. 243, Adelaide, 1930.)

1936. Francolini (J. de), Regnier (P. R.) et Rungs (Ch.). — La pyrale des pommes. (*Public. serv. déf. vég. Direction agricult. du Maroc,* Rabat, 1936.)

1938. Frezal (P.). — Recherches sur les essais effectués en 1936 sur *Laspeyresia pomonella* L. dans le département d'Oran. (*Rev. Zool. Agric. appl.,* Bordeaux, janvier et février 1938.)

1901. Frogatt. — (*Agric. gaz. New South Wales,* p. 1354-1365, 1901.)

1933. Ginsburg (J. M.). — Laboratory tests with various fumigants on Codling Moth larvae. (*Journ. Agric. Rev.,* 46, n° 12, p. 1131-1136, Washington, D. C. june 15, 1933.)

1922. Gleen (P. A.). — Codling Moth investigations of the Stade entomologist's office. (*Ill. Nat. Hist. Surv.,* vol. XIV, n° 7, Urbana-Illinois, 1922.)

1911. Grandi (G.) et Silvestri (F.). — Dispense di Entomologia agraria. (Portici, 1911.)

1928. Hall (J. A.). — Six years study of the life history and habits of Codling-Moth. (*59th ann. rep. Ent. Soc. of Ontario,* p. 95-105, Torondo, Canada, 1928.)

1912. Hammar (A. G.). — Life history studies on the Codling Moth in Michigan. (*U. S. mpt. Agric. Bur. Ent.,* bull. 115, part. 1, Washington, D. C. 1912.)

1932. Hermann. — Arsensalge zur bekampfung der Apfelwicklers. (*Zeit. für Angew. Ent.,* p. 119-124, Berlin, 1932.)

1933. Haseman (L.). — The Codling Moth and its control. (*Univ. of Missouri, Agric. Exp. St., circ.* 169, Colombia, Missouri, janvier 1933.)

1932. Hauessler (G. J.). — (*C. R. du Ve Congrès international d'Entomologie,* Paris, 1932.)

1928. Hough (W. S.). — Relative résistance to arsenical poisoning of two Codling Moth strains. (*Journ. Econ. Ent.,* p. 325-329, 1928.)

1929. Hough (W. S.). — Studies of the relative resistance to arsenical poisoning of different strains of Codling-Moth larvae. (*Journ. Agric. Res.,* p. 245-246, Washington, D. C., 1929.)

1934. Hough (W. S.). — Colorado and Virginia strains of Codling-Moth in relation to their ability to enter sprayed and unsprayed apples. (*Journ. Agric. Res.,* vol. 48, n° 6, p. 533-553, Washington, D. C., 15 mars 1934.)

1938. Hough (W. S.). — The use of nicotine in Codling-Moth control with special references to its effectiveness in killing moths. (*Journ. Econ. Ent.,* p. 216-221, avril 1938.)

1926. Hough (W. S.), Stearns (J. A.), Willet (C. R.) et Cagle (L. R.). — Codling-Moth investigations in Virginia. (*Virgin. Agric. Exp. St. bull.,* 248, 1926.)

1935. Joessel (P. H.). — Remarques sur la biologie du Carpocapse. (*Bull. Off. Agric. Midi,* n° 53, Marseille, janvier 1935.)

1934-1935. Joessel (P. H.) et Suau (J.). — Essais de traitements du Carpocapse en 1934 (et 1935). [*Off. Regional Agricole du Midi,* janvier 1934 et juillet 1935.]

1913. Jones (P. R.) et Davidson (W. N.). — Life History of the Codling-Moth in the Santa Clara Valley of California. (*U. S. Dpt. Agric. bur. entom. bull.,* 115, part. III, Washington, D. C. 1913.)

1929. Kamischmi (N.). — The seed abondance in apples an their infestation by *Cydia pomonella.* (*Vest., sadow, vinograd i ogorod,* p. 495-499, Kharkow, 1929.)

1925. Klein (J.). — Controlling Codling-Moth in Walnut. (*Californian cultiv.,* n° 64, p. 583-587, 1925.)

1929. Leeuven (E. R. van). — Life history of the Codling-Moth in Northern Georgia. (*U. S. Dpt. Agric. Techn. bull.,* 90, Washington, D. C. june 1929.)

1932. Lepiney (J. de) et Mimeur (J. M.). — Notes d'entomologie agricole et forestière du Maroc. (*Mem. Soc. Sc. nat. Maroc,* vol. XXXI, Rabat, 29 février 1932.)

1927. List (G. M.) et Yetter (W. P.). — Codling-Moth in the Grand Valley of Colorado. (*Colorado Agric. Exp. St. bull.,* 322, 1927.)

1938. Lucchese (E.). — Contributi alla conoscenza des *Lepidotteri* del melo. *Cydia pomonella* L. (*Boll. Lab. Zool. Portici.* vol. XXX, p. 323-370. Portici, juillet 1938.)

1926. Lundblad (O.). — Nagra försök med fangstgördlar mot äppleverklaren (*Laspeyresia pomonella* L.). [*Medd. 298. Centralanst. f. forso Ent. avd.,* n° 42, Stockholm, 1926.]

1936. Mac-Worther (Q. T.). — Value of Codling moth tree bands. (*Better fruits,* juillet 1936.)

1935. Malenotti (E.). — Terzo contributo alla lotta contro i nemici del melo. (*Italia agricola,* n° 3, Rome, mars 1935.)

1936. Malenotti (E.). — Quarto anno di osservazioni e di prove sui nemici del melo. (*Italia agricola,* 73, n° 8, Rome, août 1936.)

1937. Malenotti (E.). — Esperienze control il baco delle noci. (*Atti Acad. Agr. Sc. lett. Verona,* Italie, sér. V, vol. XV, 1937.)

1938. Malenotti (E.). — Terzo bienno di studio sui nemici del melo. (*Ital. Agric. Ann.* 75, n° 9, septembre 1938.)

1930. Marchal (P.). — Remarques au sujet des traitements des arbres fruitiers. (*C. R. Acad. Agric. France,* p. 901-903, Paris, 1930.)

1938. Mattras (H.). — Trois années d'observation sur le Carpocapse (*L. pomonella*) dans les vergers du Sud-Est de la France. (*Rev. Path. vég. Ent. agric. France,* fasc. 4, Paris, 1938.)

1920. Melander (A. L.). — An index number for rating Codling-Moth treatments. (*Journ. Econ. Ent.,* p. 456-458, 1920.)

1927. Meyrick (Ed.). — The British Lepidoptera. (*Watkins et Donkasterkedit,* Londres, 1927.)

1913. Miestinger (K.). — Der Apfelwickler (*Carpocapsa pomonella* L.). [*Der Obstzucher,* n° 2, 1913.]

1902. Mokrjedsky. — Le Carpocapse. (*Simferopol,* 1902, 1 fasc., 90 p.)

1928. Moritz (L.). — Results of Survey acrididdidae in North-Persia in 1927-1928. (*Akshabad Narkom. Turkm. Straga U. S. S. R.,* 1928.)

1930. Newcomer (E. J.). — Killing Codling-Moth eggs on harvested fruits. (*Better fruit,* vol. XXIV, n° 12, p. 10, Portland [Oreg.], 1930.)

1933. Newcomer (E. J.) et Carter (R. H.). — Studies of Fluorine compounds for controlling the Codling-Moth. (*U. S. Dpt. Agric. Techn. bull., n°* 373, Washington, octobre 1933.)

1932. Newcomer (E. J.) et Yothers (M. A.).— Experiments with insecticides for Codling-Moth control. (*U. S. Dpt. Agric. Techn. bull.,* n° 281, Washington D. C. Feb. 1932.)

1929. Newcomer (E. J.), Yothers (M. A.) et Whitcomb (W. D.). — Control of the Codling-Moth in the Pacific Northwest. (*U. S. Dpt. Agric. Farm. bull.,* 1326, Washington D. C., 1929.)

1930. Paillot (A.). — Les traitements insecticides et anticryptogamiques des noyers. (*C. R. Acad. Agric. France,* p. 885-889, Paris, 1930.)

1931. Paillot (A.). — Les insectes nuisibles des vergers et de la vigne. (Doin, édit, Paris, 1931.)

1928. Peterson (A.) and Haeussler (G. J.). — Determination of the spring brood emergence of Oriental peach moth and Codling-Moth by various methods. (*Journ. Agric. Res.,* p. 399-417, Washington D. C., 1928.)

1928. Peterson (A.) and Haeussler (G. J.). — Reponse of the oriental peach moth and Codling-Moth to the colored lights. (*Ann. Ent. Soc. Americ.,* vol. XXI, n° 3, p. 353-375, Colombus [Ohio], 1928.)

1930. Pettey (F. W.). — New methods for the control of Codling-Moth. (*Union of South Africa, Dpt. Agric. bull.,* 90, Pretoria, 1930.)

1932. Pettey (F. W.). — The Codling-Moth and measures for its control in South-Africa. (*Union of South-Africa, Dpt. Agric. bull.,* 108, Pretoria, 1932.)

1930. Pettey (F. W.) and Mossop (M. C.). — Codling-Moth in Western districts of Cape Province. (*Union of South Africa, Dpt. Agric. bull.,* n° 96, Pretoria, 1930.)

1917. Picard (F.). — (*Bull. Soc. Ent. France,* p. 356, Paris, 1917.)

1936. Pivert (A.). — Observations sur le comportement du Carpocapse en Anjou au cours des années 1934-1935. (*Rev. Path. vég. ent. agric. France,* p. 91, Paris, 1936.)

1937. Praviel (G.). — Notes sur la morphologie externe du Carpocapse du Pommier (*Laspeyresia pomonella* L.). [*Rev. Pathol. vég. ent. Agric. de France,* XXIV, p. 112-120, Paris, 1937.]

1931. Pussard (R.). — A propos de *Laspeyresia pomonella* L. (*Rev. Path. vég. ent. agric. de France,* n° 3-4, Paris, 1931.)

1914. Quaintance (A. L.). — The control of Codling-Moth in the Pecos Valley in New Mexico. (*U. S. Dpt. Agric. bull.* 88, Washington D. C., 30 avril 1914.)

1912. Quaintance (A. L.) and Scott (E. W.). — The one-spray method in the control of the Codling-Moth and the plumb curculio. (*U. S. Dpt. Agric. Bur. ent. bull.* 115, Washington D. C., 1912.)

1926. Quayle (H. L.). — The Codling-Moth in Walnuts. (*Calif. Agric. Exp. St. bull.* 402, Berkeley Cal., avril 1926.)

1938. Quayle (H. J.). — Insects of Citrus and others subtropical fruits. (*Comstock Publ. Co. Ithaca (N. Y.),* p. 377 et suiv., 1938.)

1938. Raucourt (M.), Trouvelot (B.) et Castets (G.). — Les résidus d'arsenic sur les pommes et les poires traitées contre le Carpocapse. (*Ann. Epiphyties et de Phytogénétique,* t. IV, fasc. 2, p. 337, 1938.)

1935. Regnier (R.).— Des conditions d'efficacité des traitements contre le Carpocapse en Normandie. (*C. R. Acad. Agric.,* séance du 27 novembre 1935.)

1929. Sandquist (R.). — Sumer oil sprays and Codling-Moth control. (*Better fruit,* n° 10, p. 5-7, Portland-Oregon, avril 1929.)

1925. Sorauer (P.). — Handbuch der Pflanzenkrankheiten. (Paul Parey, édit., Berlin, 1925.)

1928. Schoene (W. J.), Hough (W. S.), Stearns (L. A.), Cagle (L. R.), Willey (C. R.) and Woodside (A. M.). — Life history of the Codling-Moth in Virginia. (*Virgin. Agric. Exp. St. bull.,* 261, 1928.)

1928. Selkreeg (E. R.) and Siegler (E. H.). — Life history of the Codling-Moth in Delaware. (*U. S. Dpt. Agric. Techn. bull.* 42, Washington D. C., janvier 1928.)

1927. Shellfold (U. E.). — An experimental investigation of the relations of the Codling-Moth to Weather and Climate. (*Illinois Nat. Hist. Surrey,* vol. XXI, V et VI, Urbana [Ill.], 1927.)

1932. Shermann (F.). — Controlling the Codling-Moth in South Western Michigan. (*Agric. Exp. St. Michigan bull.,* 221, avril 1932.)

1921. Siegler (E. H.) and Plank (H. K.). — Life history of the Codling-Moth in the Grand Valley of Colorado. (*U. S. Dpt. Agric. bull.,* 932, Washington, D. C., 1921.)

1915. Siegler (E. H.) and Simanton (F. L.). — Life history of the Codling-Moth in Maine. (*U. S. Dpt. Agric. bull.,* n° 252, Washington D. C., August 10, 1915.)

1917. Silvestri (F.). — (*Bull. Lab. Zool. Agr. gen.,* Portici, 1917.)

1929. Smith (R. H.). — Additional information of controling Codling-Moth by spraying and dusting. (*Diamonds Walnut News,* p. 8-9, Los Angelès, Cal., fév. 1929.)

1929. Smith (R. H.). — The Codling-Moth as pest of the Stone fruits. (*Month. bull. Agric. Calif.,* p. 304-309, Sacramento, 1929.)

1936. Soulié (H.). — La lutte contre le ver des pommes dans le Puy-de-Dôme. (*Ann. des Epiphyties et Phytogén.,* fasc. 2, t. II, p. 159-189, 1936.)

1933. Speyer (W.). — Kann sich Obstmade (*Cydia pomonella* L.) ausschliesslich von Blättern ernähren? (*Biol. Reichsanst. Land u Forst,* p. 183-191, Berlin, Dalhem, 1933.)

1929. Speyer. — (*Zeit. für angew. Ent.,* vol. X, p. 189-210, Berlin, 1929.)

1927. Spuler (A.). — Codling-Moth traps. (*Washington Agric. Exp. St. bull.,* n° 214, 1927.)

1931. Steiner (A.) and Marshall (G. E.).— Four years experiments with chimically treated Codling-Moth bands. (*Journ. Ec. Ent.,* vol. 24, p. 1146-1151, décembre 1931.)

1935. Stearns (L.). — Codling-Moth control in Delaware. (*Journ. Econ. Ent.,* vol. 28, p. 176, février 1935.)

1926. Tchorbadjew (P.). — (*Rep. ann. St. Agron. Etat pour 1926,* p. 175-241, Sofia, 1926.)

1929. Tchougounine (I.). — Data on ecology of *Carpocapsa pomonella* (*Sad i ogorod,* n° 10, p. 25, Moscou, 1929.)

1930. Thomas (P. H.), Raphael (T. D.) and Turner (H. A.). — Codling-Moth control experiences in Tasmania. (*Fruit Wd. Australia,* p. 342, Melbourne, 1930.)

1930. Thompson (W. R.). — The biological control of insect and plant pest. (*Farnham's house public,* London, 1930.)

1917. Uvarow (B. P.). — Review of Agricultural pest of the Tiflis and Erivan Gov. for the year 1916-1917. (*Public. Bur. Control. Agric. Pest,* Tiflis, 1917.)

1931. Uvarow (B. P.). — Insectes and Climate. (*Trans. Linn. Soc.,* London, 1931.)

1938. Viennot-Bourgin (G.). — Sur l'emploi de bandes pièges dans la lutte contre le Carpocapse (*L. pomonella* L.) [*Revue de Path. vég. ent. agric. de France,* n° 2, p. 87-93, Paris, 1938.]

1934. Webster (R. L.). — Arsenic deposit and Codling-Moth control. (*Journ. Econ. Ent.,* p. 410-417, 1934.)

1935. Webster (R.). — Codling-Moth and Weather. (*Journ. Econ. Ent.,* vol. 28, p. 956, décembre 1936.)

1928. Wellhouse (W.). — The insect fauna of the genus *Crataegus.* (*Cornell Univ. Agric. Exp. St. mem.* 56, Ithaca, June 1922.)

1927. Wiesmann (R.). — Untersuchen über die Biologie und Bekämpfung der Obstmade (*Carpocapsa pomonella*) in den Jahren 1926-1927. (*Schweiz. Zeitsch. für Obst.-und Weinb.,* 1927.)

1928. Wiesmann (R.). — Eine zweite Obstmade-Generation in Sicht? (*Schweiz. Zeitsch. für Obst.-und Weinb.,* n° 18, septembre 1928.)

1935. Wiesmann (R.). — Untersuchen über den weiblichen genital apparat, das Ei und Embryonalentwicklung des Apfelwicklers *Carpocapsa* (*Cydia*) *pomonella* E. (*Mitt. der Schweiz, Ent, Ges, vol, XVI, Heft 5, p. 370-377, 1935.*)

1937. Woodside (A. M.). — Betanaphtols bands for Codling-Moth control. (*Virg. Fruit. Exp. St. rec.,* n° 77, fasc. 5, 1937.)

1938. Woodside (A. M.). — Chimically treated bands for Codling-Moth control. (*Bull. Virg. Agric. Exp. St.,* n° 315, Blacksburg, mars 1938).

1932. Worter (O. T. M.). — Medicated tree bands pratical moth traps. (*Better fruits,* p. 9, mars 1933.)

1935. Worthley (N. H.) and Marston (J. R.). — Codling-Moth Research in 1934. (*Pennsylv. St. Hort. Ass. Proc.,* n° 4, 1935.)

1931. Yothers (M. A.) and Van Leeuwen (E. R.). — Life history of the Codling-Moth in the Rogue River Valley of Oregon. (*U. S. Dpt. Agric. Techn. bull.* 225, Washington D. C., 1931.)

LE CARPOCAPSE DANS LE FINISTÈRE

DE 1936 À 1938,

par MM. Vincent, Boischot et Herviaux

Station agronomique de Quimper.

L'étude faite avec les pommiers du champ d'expériences de la Station a comporté les opérations suivantes : relevé des températures journalières à 17 heures, à 1 m. 50 de hauteur sous pommiers; mises en sacs de pommes formées, à dates déterminées; comptage, tous les cinq jours, des papillons du carpocapse capturés dans les pièges; estimation du nombre de pommes véreuses à la récolte.

Piégeage des papillons.

Suspendus dans les branches des pommiers à 1 m. 50-2 mètres de hauteur, des pots à fleurs de 0 dm. 840 de capacité, correspondant aux dimensions : $h = 15$ centimètres, largeur à l'ouverture $= 16$ centimètres, avaient été rendus préalablement imperméables avec une solution de paraffine dans l'acétone, puis remplis à moitié de cidre de qualité courante.

A chaque pommier, on avait attaché 2 pots. Ces pièges ont très bien fonctionné; l'odeur du cidre était très perceptible et attirante.

L'évaporation du cidre a nécessité un remplissage toutes les semaines. Du début de juin à commencement d'août, on ne prend surtout que des papillons du ver de la pomme; par la suite, les pots restant en place jour et nuit, apparaissent des mouches et quelques autres insectes qui deviennent les seules prises. A ce moment, le piégeage est terminé, les papillons n'existent plus.

Mise en sac.

Nous avons utilisé des sacs en canevas enduit, de grandeur moyenne, permettant de loger 2 à 3 fruits. A des époques, variant entre elles de 6 à 10 jours, nous avons, dans les pommiers, à des hauteurs différentes, enfermé des groupes de fruits, qui à la fin des essais ne comportaient qu'une ou deux pommes.

10 à 20 ensachages ont été pratiqués à chaque fois.

Résumé des essais.

1936.	MOYENNE des TEMPÉRATURES.	PAPILLONS CAPTURÉS.	POMMES ATTAQUÉES p. 100.
Juin :			
11 au 14	15°	2	–
12			2 50
14 au 19	19°5	14	–
22			0
19 au 24	21°5	40	–
[illegible] au 29	20°	88	–
29			10 80
30 au 31	17°	53	–
Les papillons ont disparu.			

1936.	MOYENNE des TEMPÉRATURES.	PAPILLONS CAPTURÉS.	POMMES ATTAQUÉES p. 100.
Juillet :			
5			7
4 au 8	17°5	209	–
11			0
9 au 14	17°6	65	–
18			8
15 au 19	17°7	14	–
19 au 25	17°4	8	–
25			3 4
25 au 29	16°7		–
Août :			
1er			2 30

Août :	8	0
—	14	0
—	20	0

Ces résultats ont été complétés par l'examen de 50 pommes tombées, après un premier ramassage, sous cinq des pommiers de nos essais.

250 pommes : attaquées 4; p. 100 = 1,60.

1937.	MOYENNE des TEMPÉRATURES.	PAPILLONS CAPTURÉS.	POMMES ATTAQUÉES p. 100.
Juin :			
1er au 4	17°25		–
4 au 9	18°50		–
10 au 15	17°60	8	0
16 au 21	20°	68	0
22 au 26	20°6	168	0
28 au 1er	19°5	156	10

1937.	MOYENNE des TEMPÉRATURES.	PAPILLONS CAPTURÉS.	POMMES ATTAQUÉES p. 100.
Juillet :			
2 au 6	19°5	247	–
7 au 10	18°75	53	20
11 au 15	22°50	70	30
16 au 20	23°2	53	–
21 au 24	20°25	74	30
25 au 29	21°	33	–
30 au 3	27°	35	20
Août :			
4 au 9	27°6	4	–
10 au 13	23°5	0	–

A la récolte des pommes à cidre, on a compté 4 p. 100 de fruits véreux.

1938.	MOYENNE des TEMPÉRATURES.	PAPILLONS CAPTURÉS.
Juin :		
1er au 5	11°	–
6 au 10	15°	0
11 au 16	21°2	91
17 au 22	23°2	302
23 au 27	21°25	475
28 au 2	16°6	84
Juillet :		
4 au 7	14°75	42
8 au 12	16°25	62
13 au 18	19°	43
19 au 23	24°6	49
25 au 28	18°	35
29 au 2	26°	52

1938.	MOYENNE des TEMPÉRATURES.	PAPILLONS CAPTURÉS.
Août :		
3 au 8	22°2	22
9 au 13	18°2	35
16 au 18	19°2	17
19 au 23	19°75	9
24 au 29	20°	5
30 au 3	19°a	0
Septembre :		
5 au 9	16°8	2
10 au 14	20°75	0
15 au 20,	17°8	0
21 au 24	17°5	0

Les pommes mises en sac le 22 juin ont été attaquées dans la proportion de 9,72 p. 100. Celles mises en sac le 2 juillet, dans une proportion de 16,92 p. 100. C'est donc pendant cette période que la contamination a été la plus active.

A l'école pratique d'agriculture de Bréhoulou, pour l'ensemble des pommes tombées et récoltées sur l'arbre, on a noté :

	1937.		1936.	
POMMES VÉREUSES DU VERGER.		RÉCOLTE de 3 ARBRES.	POMMES VÉREUSES de 3 arbres.	RÉCOLTE de 3 ARBRES.
Variété Fero bris.....	17 p. 100.	Nulle.	6 p. 100	130 kg.
— Fero ru mod coz.....	11 —	—	0 —	319 —
— Douce rouz bras.....	14 —	—	1 —	96 —

Ces essais montrent que les papillons n'apparaissent que les premiers jours de juin; que la température croissant, le développement des nymphes augmente très rapidement, oscille légèrement avec la température, devient maximum au début de juillet et diminue assez rapidement. En 1936, juillet a été froid et pluvieux, les papillons ont disparu rapidement; en 1937, ce mois fut très chaud et sec, les carpocapses ont maintenu leur développement jusqu'aux premiers jours d'août. En 1938, l'été ayant été très précoce, le maximum de l'invasion a eu lieu plus tôt que les années précédentes. Pour les trois années, l'apparition des papillons part des premiers jours de juin, devient maximum fin juin et se poursuit plus ou moins selon la température de juillet jusqu'à fin de ce mois.

Le pourcentage des fruits attaqués ne correspond pas aux oscillations de l'apparition des papillons : les dégâts les plus importants sont situés fin juin et courant juillet : après, ils sont nuls en 1936, ce qui peut s'expliquer par le mauvais temps et les pluies fréquentes.

L'examen des pommes à la récolte appuie les résultats de nos observations : nous constatons, en 1936, que sans traitement préventif, la récolte a été saine par suite du mauvais temps continu de juillet.

Cette incidence favorable du temps en 1936 ne peut être généralisée. Elle est contredite par les essais de 1937 et 1938. Le piégeage nous a indiqué deux périodes : (19-24) (16-21) juin et 2 au 6 juillet où les papillons s'étant montrés les plus nombreux auraient pu commettre le plus de dégâts, en temps normal. Les traitements préventifs nécessaires auraient dû précéder ces périodes et, s'appuyant sur la durée probable de la résistance des bouillies aux entraînements par les pluies, soit environ 15 jours, le premier traitement arsenical pourrait être situé vers le 10 juin, le second vers le 25 et un troisième nécessaire, vers le 10 juillet, lequel protégerait contre les dernières attaques. Trois traitements apparaissent indispensables : les dates peuvent légèrement varier selon les conditions météorologiques, chaleur et pluies : exceptionnellement suivant ces facteurs, ils pourraient même être ramenés à deux donnés en juin : au début et à la fin de ce mois.

Les années 1936, 1937 et 1938, ayant, pour les mois de juin et juillet, présenté des conditions différentes et opposées de chaleur et d'humidité, nos déterminations se trouvent comprises entre des minima et des maxima et nos conclusions, quant au nombre de traitements à faire, entre des limites très acceptables pour la pratique agricole.

LE CARPOCAPSE EN ALSACE,

par P. Sélariès,

Chef de travaux au Centre de Recherches Agronomiques d'Alsace.

Les observations que nous avons pu faire sur la biologie du Carpocapse en Alsace sont assez restreintes et nous nous bornerons à exposer les faits.

Un des points les plus importants que nous nous étions assignés était de préciser la date d'apparition des premiers papillons. A cet effet, nous avons eu recours à la méthode des cages d'élevage et à celle des pièges-appâts disposés dans un verger.

Cages d'élevage. — En 1936, 1937 et 1938, nous avons récolté sous les écorces de pommiers aux environs de Colmar, le plus grand nombre possible d'hivernants. Ces récoltes ont été effectuées courant mars, avril et début mai, sur des pommiers bordant des routes aux environs des villages de Horbourg, Wihr-en-Plaine, Holtzwihr et Bischwihr. Ces villages sont situés à quelques kilomètres autour de Colmar et sont très exactement sous le même climat local. Malgré cela, nous devons signaler qu'aux environs de Holtzwihr, nous avons toujours trouvé un pourcentage plus élevé de chrysalides.

En 1936, nous avions récolté	180	larves et	115	chrysalides.
En 1937,	—	48	—	23	—
En 1938,	—	76	—	22	—

Les captures quotidiennes étaient aussitôt déposées dans des cages d'élevage. En 1936 et 1937, ces cages étaient placées dans le jardin de la ferme du Centre de Recherches Agronomiques d'Alsace à Colmar, qui est situé en ville et entouré de maisons; il est fort possible que la température ait été un peu plus élevée qu'en plein champ. Aussi, en 1938, nous avons transporté nos cages dans un verger situé loin de toute construction.

En 1936, le début du mois de mai a été particulièrement chaud et la moyenne des températures extrêmes atteint ou dépasse 16°. De plus, la température crépusculaire prise à 20 heures est également très élevée; aussi, nous obtenons pendant la première quinzaine de ce mois, des sorties massives de papillons. Pendant la période du 6 au 20 mai, nous avons constaté 57 éclosions sur 91 au total. Après cette période, la température se rafraîchit et les sorties de papillons se ralentissent. Un réchauffement survenu du 10 au 16 juin accélère à nouveau les éclosions.

En 1937, le début de mai est frais et nous observons le premier papillon le 11 mai. Les captures d'hivernants avaient été très faibles et les éclosions ont été extrêmement restreintes.

En 1938, le froid est assez intense au début de mai. Le 1er mai nous relevons 5°5 comme maximum; 0°8 comme minimum et 4° comme température crépusculaire. Le lendemain, le minimum de température est 0°4. Ce n'est qu'à partir du 12 mai que la température crépusculaire atteint ou dépasse 16°. Dans ces conditions, la première éclosion est constatée le

15 mai. Les éclosions se poursuivent jusqu'au 18, mais sont peu nombreuses. Du 19 mai jusqu'au 8 juin, nulle éclosion; il est vrai que la température s'est considérablement rafraîchie. Les éclosions reprennent du 9 au 28 juin, date de la dernière sortie.

Dans nos cages d'élevage, nous obtenons tous les ans un assez grand nombre de mouches à quatre ailes et à longue tarière (*Ephialtes extensor*?). C'est ainsi qu'en 1938, nous avons constaté le 17 mai 10 mouches (4 ♀ et 6 ♂); le 19, 1 mouche ♀; le 24, 3 ♀; le 27, 2 ♀ et 1 ♂; le 31, 1 ♀; le 2 juin, 1 ♀; le 4 juin, 1 ♀ et le 10 juin, 1 ♀, soit en tout 21 mouches : 14 ♀ et 7 ♂.

Sous forme de tableau, nous donnons ci-dessous le détail des éclosions que nous avons obtenues. Ces éclosions sont données par périodes de cinq jours (sauf la période du 10 au 16 juin). Nous donnons également les températures extrêmes (maximum et minimum), la moyenne de ces deux températures, et la température crépusculaire relevée à 20 heures. Ces données sont prises sous abri à deux mètres de hauteur.

ÉCLOSIONS ET TEMPÉRATURES.

PÉRIODES.	1936.					1937.					1938.				
	NOMBRE DE PAPILLONS.	TEMPÉRATURES.				NOMBRE DE PAPILLONS.	TEMPÉRATURES.				NOMBRE DE PAPILLONS.	TEMPÉRATURES.			
		Maximum.	Minimum.	Moyenne.	Crépusculaire.		Maximum.	Minimum.	Moyenne.	Crépusculaire.		Maximum.	Minimum.	Moyenne.	Crépusculaire.
Du 1er mai au 5 mai.....	0	18,9	6,9	12,9	17	–	20	8,9	14,4	14	–	13,7	3,1	8,4	9,6
6 mai au 10 mai.....	28	27,0	9,2	18,1	19,6	–	19,1	6,8	12,9	13,6	–	18	5,1	11,5	13,8
11 mai au 15 mai.....	18	23,3	8,4	15,8	16	6	18,7	9	13,8	14,8	1	24,3	6,5	15,4	18,2
16 mai au 20 mai.....	11	22,9	9,6	16,2	17,8	0	22,4	10,3	16,3	18,8	3	18,5	9,6	14	13,8
21 mai au 25 mai.....	4	17,0	5,5	11,2	14,8	0	22,9	10,7	16,8	17,2	0	13,4	7,8	10,6	11,2
26 mai au 30 mai.....	3	21,9	11,9	16,9	17,0	2	26,4	13,4	19,9	22,6	0	19,1	8,8	13,9	14,4
31 mai au 4 juin.....	4	15,6	6,8	11,2	10,6	2	23	11,1	17	15,8	0	21,2	9,3	15,2	14
5 juin au 9 juin.	3	15,5	8,6	12	13,4	–	27,7	14,2	20,9	22,2	3	27,3	10,9	19,1	21,2
10 juin au 16 juin.	15	21,8	11,0	16,4	18,8	–	26,2	15,5	20,8	20,5	1	17,4	11,4	14,4	15
17 juin au 21 juin.	–	–	–	–	–	–	17,9	7,4	12,6	12,6	8	23,6	10,6	17,1	18,4
22 juin au 26 juin.	–	–	–	–	–	–	23,6	12	17,8	18,8	2	28	15,1	21,5	23
27 juin au 30 juin.	–	–	–	–	–	–	20,8	12,9	16,8	17,2	8	21,1	14,1	20,1	21,2

Deuxième génération. — Le 15 juin 1936, nous avions placé une vingtaine de bandes de carton ondulé sur des troncs de pommiers. Elles ont été enlevées le 21 juillet. Elles abritaient une trentaine de larves ou chrysalides et un nombre incroyable de forficules. Elles furent aussitôt placées dans une cage d'élevage. Le premier papillon de la deuxième génération est apparu le 25 juillet. Les éclosions se sont poursuivies pendant toute la première quinzaine du mois d'août en marquant un maximum sensible les 1, 2, 3 et 4 août. Environ 5 p. 100 des larves ou chrysalides ont donné des papillons.

Pièges-Appats. — Pour contrôler le vol des papillons dans la nature, nous avons suspendu dans des pommiers ou poiriers une dizaine de pièges contenant du sirop de malt additionné de levure de bière.

En 1936, le premier papillon a été capturé le 14 mai; les captures furent un peu plus nombreuses du 16 au 20 mai; elles se sont continuées, mais faibles, jusqu'au 28 juillet, date de la dernière capture.

En 1937, le même nombre de pièges a été installé dans le même verger que l'année précédente. Le premier papillon a été capturé le 24 mai. Voici le détail des autres captures :

5 le 31 mai; 7 le 5 juin; 3 le 7 juin; 2 le 8 juin; 4 le 11 juin; 1 le 2 juillet et 2 le 5 juillet. Les pièges étaient examinés tous les jours et ne furent enlevés que le 14 août.

En 1938, toujours dans le même verger, les captures ont été extrêmement faibles. Le premier papillon a été capturé le 27 mai. Les autres captures ont été les suivantes : 1 le 8 juin; 1 le 10 juin; 2 le 28 juin et 1 le 30 juin. Les pièges avaient été placés le 9 mai et furent retirés vers la mi-août.

En 1937, grâce au Syndicat de Défense des Cultures du Haut-Rhin, nous avons pu avoir des renseignements sur deux autres postes : un situé à Horbourg aux environs de Colmar, et un autre à Dornach aux environs de Mulhouse. Chaque poste comprenait une dizaine de pièges.

Dans les trois postes, les premières captures ont été faites à peu près simultanément :

A Horbourg..... le 23 mai;
A Colmar..... le 24 mai;
A Dornach..... le 25 mai.

Dans tous ces postes, les captures ont été extrêmement faibles :

A Horbourg, du 23 mai au 24 août, on a capturé 11 papillons.
A Colmar, du 24 mai au 14 août, on a capturé 11 papillons.
A Dornach, du 25 mai au 27 juillet, on a capturé 17 papillons.

En 1937, des essais d'ensachage de fruit ont donné des renseignements intéressants. On a pu ainsi se rendre compte des périodes de fortes contaminations et prouver l'ampleur des dégâts causés par la deuxième génération. Le battement entre les deux générations (période du 9 au 23 juillet) a été très bien marqué.

Voici les chiffres obtenus :

Période avant le 11 juin.....	15	p. 100 de fruits attaqués.
Période du 11 juin au 26 juin.....	35,2	—
Période du 27 juin au 9 juillet.....	36,7	—
Période du 10 juillet au 23 juillet.....	9,6	—
Période du 24 juillet au 9 août.....	30	—
Période du 10 août au 23 août.....	39	—

LE CARPOCAPSE

DANS LA VALLÉE DE LA LOIRE.

par L. Moreau et E. Vinet,

Station oenologique régionale d'Angers.

Lorsque, en 1934, à la demande du Groupement pour l'Amélioration de la Production Fruitière en Anjou, nous avons entrepris ces études, il s'agissait avant toutes choses, d'établir pour notre région, une méthode de destruction efficace des principaux ennemis de nos vergers. (1)

Nous nous occuperons, dans cette note, de la lutte contre le Carpocapse. Pour fixer les conditions de cette lutte, il y a lieu de tenir compte :

De la biologie et de l'évolution de l'insecte, en particulier du vol des papillons qui doit servir de base pour déterminer l'époque des traitements;

Du développement du fruit au cours des attaques du ravageur;

Des moyens reconnus les plus efficaces pour le combattre et des répercussions que ces moyens peuvent avoir sur la plante qu'ils doivent protéger. Nous étudierons, en même temps, une méthode propre non pas à combattre le Carpocapse, mais à préserver le fruit de ses attaques : l'ensachage.

De ces études, nous essayerons de tirer, pour notre région, des conclusions pratiques qui, avec quelques changements de date, pourront s'appliquer à d'autres pays ou à d'autres espèces ou variétés d'arbres fruitiers.

Évolution du Carpocapse.

Nous nous sommes appliqués, pendant quatre ans, à suivre le vol des papillons de Carpocapse dans un verger de poiriers, l'un des plus importants de la région, situé aux portes d'Angers (2). Pour cela, nous avons installé des pièges-appâts, constitués par des petits pots en grès, vernissés à l'intérieur, de 7 centimètres de hauteur, 8 centimètres de diamètre à l'entrée et d'une contenance de 200 centimètres cubes environ. Ces pots étaient remplis — et maintenus pleins — de petit cidre acétique et suspendus dans les mêmes poiriers, depuis 1934.

(1) Ces traitements se sont généralisés au cours de l'année 1938 à Saint-Paterne dans la Sarthe, dans les Pyrénées-Orientales (Arles-sur-Tech), etc., etc.

(2) Ce verger a été aimablement mis à notre disposition par son propriétaire, M. Laval, qui nous a aidés de ses conseils et qui s'est mis à notre disposition pour exécuter lui-même les traitements, en notre présence : ce verger comprend 3.600 poiriers appartenant presque uniquement à la variété Williams.

Nos études antérieures sur la Cochylis et l'Eudémis, nous avaient montré quel crédit l'on pouvait accorder à ce genre de piégeage pour déterminer la marche d'une invasion et, dans une certaine mesure, son importance. Une étude parue dans les *Annales des Epiphyties* en 1919, nous a permis de mettre en lumière l'influence des conditions atmosphériques de la soirée sur les captures.

Les pièges étaient installés dans le verger, après la floraison, dès la fin d'avril ou le début de mai.

Dans le tableau suivant, nous indiquons les résultats de ces captures, pour chaque mois, depuis l'apparition des premiers papillons ou, plus exactement, depuis les premières captures jusqu'à la récolte des fruits.

	1934.	1935.	1936.	1937.	TOTAL pour LES 4 ANNÉES.
Nombre de pièges en service	17	17	17	17	-
Dates des premières captures	13 mai	10 mai	6 mai	21 mai	-
Dates de la récolte des poires	24 août	27 août	21 août	19 août	-
Papillons capturés en mai.	115	33	21	7	176
— juin.	63	51	16	10	140
— juillet.	56	54	24	3	137
— août.	119	10	5	12	146
TOTAL par année	353	148	66	32	599

En 1934, quatre pièges seulement ont fonctionné du 20 juin au 16 juillet; le nombre relaté de papillons capturés en 1934 est donc un peu inférieur à la réalité. Pendant cette période (de 26 jours), aucune capture n'a été constatée pendant dix jours dans les quatre pièges restés en service.

Si maintenant, pour les trois dernières années, très comparables entre elles en ce qui concerne le fonctionnement des pièges, nous faisons : la proportion p. 100 des prises pour chaque mois et chaque année; la proportion p. 100 pour chaque mois — moyenne mensuelle pour les trois années; — la proportion p. 100 pour chaque jour — moyenne journalière des prises pour les trois années, nous obtenons le tableau suivant :

PROPORTION P. 100 DES CAPTURES POUR CHAQUE MOIS ET CHAQUE ANNEE.

	1935.	1936.	1937.	MOYENNES POUR LES 3 ANNÉES. Mensuelle.	Journalière.
Mai	22,2	31,8	21,8	24,7	3,1
Juin	34,4	24,2	31,2	31,3	2,5
Juillet	36,4	36,3	9,3	39,2	2,6
Août	6,7	7,5	37,5	10.9	1,1

Ces tableaux nous montrent : que depuis quatre ans, les captures ont toujours été en diminuant; que la répartition mensuelle de ces captures, en particulier pour le mois d'août, subit quelques variations, mais que pour les trois dernières années, une sorte de compensation s'établit entre les mois, pour arriver, sauf pour le mois d'août, à un total de captures relativement voisin : 61 en mai, 77 en juin, 81 en juillet; — on voit, d'après la moyenne journalière des captures, que c'est en mai, où les pièges ont fonctionné seulement pendant 18,5 jours en moyenne, qu'elles sont les plus élevées et que c'est en août qu'elles sont les plus faibles.

Nous tirerons déjà de ces résultats, l'indication que les traitements devront commencer de bonne heure, peu de temps après l'apparition des papillons; qu'ils devront être continués en juin et juillet et que, pour notre cas particulier de poires de Williams, récoltées en août, on pourra s'abstenir de traiter pendant ce mois. Il en serait différemment pour des variétés tardives.

Développement du fruit.

Il importe de suivre le développement du fruit et de veiller à ce qu'il soit toujours, le plus possible, uniformément recouvert du produit insecticide destiné à le protéger.

Nous avons suivi, deux années de suite, assez différentes quant aux conditions atmosphériques, le développement du fruit, en prenant son diamètre à la partie la plus renflée de la poire et en opérant sur un grand nombre de fruits, toujours les mêmes, à chaque mensuration.

Voici, à côté des dates de floraison, données pour mémoire, les mesures faites, au moment où nous avons exécuté les traitements :

	Floraison.				Diamètre [1] moyen en m/m.	
	1935.	1936.	1937.	Traitements.	1936.	1937.
Début	31 mars.	26 mars.	22 mars.	20–21 mai	22	17
Plein	11 avril	6 avril	7 avril	15–17 juin	33,8	30,3
Fin	18 avril	16 avril	13 avril	15–16 juillet	49,8	47,2
A la récolte				21–19 août	74,6	67,3

[1] A la partie la plus renflée du fruit.

On pourra remarquer que, d'une mensuration à l'autre, le fruit a sensiblement (en particulier en 1936) augmenté de moitié. Les conditions particulières de l'été 1937, si différentes de celles de l'été 1936, ont ralenti le développement. Pour cette raison, et aussi parce que la récolte a été plus abondante, les poires ont été moins grosses en 1937. Les traitements qui ont été faits au moment des mensurations, ayant réussi — 1,3 à 1,5 p. 100 seulement de fruits véreux contre 22,5 p. 100 dans les témoins — nous laissent croire qu'ils sont arrivés à point pour revêtir les fruits d'une couche suffisante d'insecticide.

Les traitements.

Nous avons essayé différents produits pour combattre le Carpocapse : bouillie sulfo-calcique arsénicale; bouillie commerciale à base d'huile blanche; poudres au fluosilicate de baryum et bouillie cupro-arsénicale alcaline. Finalement et pour la quatrième année d'expériences, nous avons adopté cette dernière bouillie qui nous avait déjà donné d'excellents résultats contre certains ampélophages et dont la valeur s'est affirmée une fois de plus contre le Carpocapse.

La bouillie que nous préparons nous-mêmes a la composition suivante :

Arséniate de plomb, en pâte	1 kilogr.
Sulfate de cuivre	1 kilogr.
Chaux blutée à 64 p. 100 de chaux.	3 kilogr. env.
Eau	100 litres.

Nous lui avons quelquefois ajouté des mouillants à base d'alcools terpéniques.

Cette bouillie alcaline est bien adhérente; elle persiste sur les fruits, une fois séchée, malgré les pluies. Elle n'a jamais provoqué de brûlure sur nos poiriers de Williams. Enfin, nous avons

reconnu qu'après plusieurs traitements, même tardifs, les quantités d'arsenic retrouvées sur les fruits étaient de l'ordre de 1 à 2 milligrammes d'arsenic par kilogramme de fruits; dose qui pouvait tomber à 0 milligr. 35 par kilogramme, si on prenait soin de laver les fruits à l'eau additionnée de 2 p. 100 d'acide chlorhydrique.

Ces traitements faits aux dates indiquées plus haut, à quelques jours près, — seconde quinzaine de mai, mi-juin et mi-juillet — nous ont donné les résultats suivants :

		1935.	1936.	1937.
Fruits véreux dans les parcelles traitées	p. 100.	2,3	1,3	1,5
Fruits véreux dans les témoins	—	24,8	22,6	22,5
Cœfficient d'efficacité	—		De 95 à 97 p. 100.	

Nous avons même obtenu, en 1935, pour les traitements à la bouillie cuproarsénicale, les trois premiers étant faits surtout contre la tavelure, au printemps, jusqu'à 99 p. 100 d'efficacité. Aussi recommandons-nous d'adjoindre toujours aux bouillies cupriques de printemps destinées à combattre la Tavelure, de l'arséniate de plomb pour combattre des insectes qui, comme l'Hoplocampe, apparaissent de bonne heure.

L'ENSACHAGE. — Les bouillies employées laissent quelquefois les fruits plus ou moins tachés. Un procédé déjà ancien — applicable surtout dans les petits ou moyens vergers et sur les arbres en espaliers ou en quenouilles peu élevées ou en cordons — qui laisse les fruits intacts et indemnes de toute piqûre, s'il a été employé de bonne heure, est *l'ensachage*.

Nous avons étudié, cette année, l'ensachage, en vue de déterminer l'époque à laquelle il est préférable de le pratiquer et, en même temps, de voir ce que deviennent les fruits ensachés quant à leur développement et à leur maturation.

Les résultats de ces essais sur poires sont résumés ci-dessous :

	1er ENSACHAGE.	TÉMOIN 1.	2e ENSACHAGE.	TÉMOIN 2.	3e ENSACHAGE.
Dates de l'ensachage	21 mai	–	16 juin	–	15 juillet
Développement du fruit (diamètre de la partie la plus renflée) en m/m. :					
Au 21 mai	17,6	17,3	–	–	–
Au 16 juin	29,6	31,1	29,2	31,8	–
Au 15 juillet	47,4	49,2	46,0	48,3	46,7
A la récolte : 19 août	61,1	67,3	66,2	67,6	65,7
Poires saines p. 100.	99,3	70,5	89,7	76,4	90,6
— véreuses —	0	26,4	9,8	22,8	6,2
— tavelées —	0.6	2,9	0,3	0,6	3,1

Le premier ensachage, fait le 21 mai, nous a donné les meilleurs résultats : aucun fruit véreux. Il nous montre l'importance qu'il y a à opérer de bonne heure, en mai, comme déjà les traitements nous l'avaient indiqué. Le peu de différence observée dans les résultats pour la 2e et la 3e époque d'ensachage, résulte de ce fait que la période qui va du 16 juin au 15 juillet correspond à une diminution importante du vol et, par suite, des attaques du Carpocapse. L'ensachage fait de bonne heure présente quelques difficultés, à cause du nombre de fruits par corymbe, fruits destinés à tomber en grand nombre; aussi, dans la pratique, procède-t-on à ce moment-là à un *éclaircissage* sérieux.

L'ensachage a gêné, mais dans de faibles limites, le grossissement du fruit. Quant à la maturation des poires, on n'a pas observé de différences sensibles entre les fruits ensachés et les autres, d'après les analyses auxquelles nous avons procédé, à chaque opération, et à la cueillette. Les fruits ensachés étaient de toute beauté.

Le prix de l'ensachage — sacs et main-d'œuvre compris — sont évalués en gros, dans notre région, à 0 fr. 05 par poire; soit pour 30 poires — chiffre souvent trouvé dans nos poiriers

(quenouilles de 2 m. à 2 m. 50 environ) — une dépense de 1 fr. 50 par arbre. Les 3 traitements insecticides nous reviennent au même prix, par arbre. Mais alors qu'avec ces traitements, la dépense est la même, quelle que soit la récolte, avec l'ensachage, la dépense est proportionnée à la production.

Conclusions.

Sans vouloir, aujourd'hui, tirer de ces expériences, poursuivies depuis 4 ans, une méthode analogue à celle dite des «traitements d'assurance» et que nous avons recommandée aux viticulteurs, nous pouvons, cependant, retenir les points suivants dans la lutte à entreprendre contre le Carpocapse :

Recourir, comme traitement, à la bouillie cupro-arsénicale alcaline dont la formule a été indiquée dans ce travail. Il est possible que dans la suite, d'autres bouillies puissent la remplacer; elle n'en reste pas moins la bouillie étalon, qui devra servir de terme de comparaison dans des expériences.

Se baser pour déterminer l'époque des traitements :

a. Sur le vol des papillons, observé à l'aide de pièges-appâts disposés dans le verger peu après la floraison. Se rappeler, tout au moins pour notre région, *l'importance du 1er traitement, fait peu après l'apparition du Carpocapse, deuxième quinzaine de mai*. Les résultats obtenus ont varié, comme nous le disions dans notre rapport de 1936, de 90 à 97 p. 100 d'efficacité, chaque fois qu'est intervenue, dans la série des traitements, une pulvérisation faite de bonne heure, du 15 mai aux premiers jours de juin, suivant l'année. Les résultats n'ont plus été que de 70 p. 100 lorsqu'on a supprimé ce premier traitement. Deux autres traitements devront être appliqués vers le 15 juin et vers le 15 juillet.

b. Retenir que le 1er traitement doit être fait, lorsque les fruits ont atteint, tout au moins les poires *Williams*, comme diamètre, pris à la partie la plus renflée, environ *le quart* de la grosseur habituelle du fruit à la récolte; le deuxième lorsqu'ils ont atteint la *moitié* et le troisième les *deux tiers* de cette grosseur.

A côté des traitements proprement dits, *l'ensachage* dans les vergers et pour les arbres où la chose est possible, constitue une excellente pratique à recommander, à condition que l'on y procède de bonne heure, malgré les quelques difficultés qui se présentent à ce moment-là.

Un dernier point qui aura besoin d'être revu, c'est que, malgré la diminution progressive des captures et la généralisation des traitements dans le verger d'études, qui n'est pas isolé, malgré la réussite de ces traitements, on constate toujours, depuis 3 ans, à peu près le même pourcentage de poires véreuses : 22 p. 100 environ dans tous les témoins, réduits en 1937 comme nombre, à 12 poiriers. Quel que soit le résultat obtenu, il importe, au point de vue pratique, de poursuivre la lutte tous les ans, comme nous le faisons en viticulture.

LE CARPOCAPSE

DANS LA RÉGION DU CENTRE DE 1936 À 1938,[1]

par H. Soulié,

Chef de travaux, chargé de la Direction
de la Station d'avertissements agricoles de Bourgogne.

Les travaux effectués tant en France qu'à l'Étranger mettent en évidence l'influence du milieu sur l'évolution du Carpocapse.

En France, le cycle évolutif de *Laspeyresia pomonella* L. est différent dans l'Ile-de-France, la vallée du Rhône et le Massif Central, conséquence de facteurs climatiques particuliers à chacune de ces régions. Il serait donc illogique de vouloir appliquer les conclusions obtenues dans une contrée donnée à l'ensemble du pays; pour chacune d'elles, une méthode de lutte rationnelle doit être établie en tenant compte de l'évolution du parasite en fonction des conditions du milieu qui la caractérisent.

C'est dans cet esprit qu'un Service d'avertissements agricoles a été établi pour la région du Centre (départements du Puy-de-Dôme, Cantal, Haute-Loire, Loire, Indre-et-Loire, Cher et Loiret) et en vue d'indiquer aux pomiculteurs les périodes favorables de traitements.

Les résultats obtenus de 1932 à 1935, ont montré tout l'intérêt que présentait dans notre région, la prévision des époques d'application des traitements (Soulie, 1936).

Les observations sur la biologie du Carpocapse, ainsi que le fonctionnement du Service des avertissements en 1936, 1937 et 1938, font l'objet du présent mémoire. Il sera envisagé successivement : la biologie et l'évolution du Carpocapse; les avertissements et les produits insecticides, la technique des traitements.

Biologie du parasite.

Des observations minutieuses nous ont permis de préciser le développement du Carpocapse dans la région du Centre.

Les chenilles adultes hivernent dans un cocon épais sous les écorces des arbres, au fruitier ou dans divers autres abris; 40 p. 100 des larves sont tuées durant l'hiver par un champignon (*Beauveria*) aussi bien dans la nature que dans nos élevages. Quelques autres parasites du Ver ont été obtenus, en particulier deux Ichneumonides, l'un du genre *Pimpla,* l'autre

[1] En 1938, les observations ont été faites par MM. Vinot et Darpoux, préparateurs à la station d'avertissements agricoles du Centre de recherches agronomiques du Massif Central. Nous les en remercions ici bien vivement.

Ephialtes extensor Tash. ainsi qu'un Braconide, *Chelonus* (*Ascogaster*) *quadridentatus* Wesm. Un Hyménoptère reste encore à déterminer.

Des différences très nettes de coloration et de taille parmi les larves hivernantes, nous ont permis de les classer en trois catégories; les chenilles ayant de 8 à 10 millimètres de longueur, de couleur blanc ivoire, peu actives, à cocon hivernal très épais; les chenilles de 20 à 22 millimètres, de couleur rose, dodues peu actives, à cocon hivernal finement tissé, très léger; enfin les chenilles de 18 à 20 millimètres, de couleur rose pâle, très actives à cocon hivernal épais. Chaque lot fut isolé et placé dans les conditions naturelles. Au printemps suivant, seules les larves des premier et troisième groupes se sont transformées successivement en chrysalides, puis en papillons. Toutes celles du deuxième étaient parasitées par un champignon. A noter pour les larves du premier groupe un léger retard dans la chrysalidation et la sortie des adultes par rapport à celles du troisième. Au 20 avril 1937, le premier accusait 20 p. 100 de chrysalidation et la sortie des papillons eut lieu du 28 mai au 12 juin; pour le dernier lot, 25 p. 100 de chrysalides avec éclosion des papillons du 17 mai au 20 juin.

Fig. 1.
Ephialtes extensor Tash.
(Gr. 2 fois.)

L'isolement des larves provenant des deux générations de 1936 ne nous a pas permis de noter de différences dans la précocité, la durée de chrysalidation ou sortie des papillons de l'une ou l'autre de ces générations. Par contre en 1938, les papillons de deuxième génération de l'année précédente sont apparus 19 jours avant ceux de première génération de la même année, les éclosions ont débuté respectivement les 11 et 30 mai pour se terminer simultanément le 26 juin.

Dans le département du Puy-de-Dôme, la nymphose commence fin mars, premiers jours d'avril; d'abord lente, elle s'accélère aux environs du 20 de ce mois pour atteindre 50 p. 100 au 1er mai et se poursuit jusqu'en juin. La durée de chrysalidation est conditionnée par les facteurs climatiques mais elle peut être variable pour des individus placés dans des conditions identiques de température et d'humidité. Dans nos élevages en plein air, nous avons relevé des durées de 30 à 50 jours.

En 1936, 1937 et 1938, l'apparition des papillons a lieu vers le 15 mai et correspond à une température crépusculaire de 16°. Le vol s'échelonne sur les mois de mai, juin et début juillet; la phase importante se trouve dans la dernière décade de mai et les deux premières de juin, au 20 de ce mois, 80 à 85 p. 100 des éclosions se trouvent réalisées.

Les pontes nécessitent une température crépusculaire minimum de 16° avec absence de vent et de pluie. Les œufs sont souvent isolés, plus rarement groupés par plaque de 3 à 7 et déposés soit sur les feuilles, soit sur les jeunes fruits. Leur durée d'incubation est nettement influencée par les conditions climatiques et varie de 9 à 15 jours en 1936 et 1937 pour les œufs de première génération; elle est de 7 jours en 1938 (18 au 25 juin). De même qu'en 1935, le 18 juin 1936 au matin, un accouplement de papillons a été observé. Ces derniers furent aussitôt mis en cage pour étudier la ponte et la durée de vie active des chenilles. Douze heures plus tard, au crépuscule, la femelle déposait de ci, de là, sur les parois de la cage, une première ponte de 45 œufs; le lendemain après le coucher du soleil 16 nouveaux œufs étaient pondus. L'éclosion des jeunes chenilles se fit les 27 et 28 juin entre 14 et 17 heures, l'incubation fut de 9 jours, à une température de 19°5. Les œufs avortèrent dans une proportion de 18 p. 100.

Mis en présence de pépins frais, le Ver cherche aussitôt à pénétrer, puis se loge entièrement à l'intérieur de la graine qu'il ronge activement; déposé sur une pomme, il la parcourt en tous sens à la recherche d'un endroit facile à la pénétration, le plus souvent le point de contact entre deux fruits, plus rarement vers le pédoncule ou l'œil. Le Ver se creuse alors sous l'épiderme une petite loge, dans laquelle il séjourne quelque temps, avant de s'enfoncer en

direction des pépins qui constituent le principal de sa nourriture et paraissent être indispensables à sa croissance rapide. Parfois, et c'est le cas pour la variété Reinette du Canada, lorsque les pépins sont peu nombreux, la chenille ne trouvant pas matière suffisante pour

Fig. 2. — Dégâts occasionnés par le Ver du fruit.

terminer son développement, quitte ce premier fruit après en avoir dévoré les pépins et pénètre dans un deuxième, multipliant ainsi les dégâts.

L'orifice et la galerie de pénétration d'un jeune Ver passent souvent inaperçus par suite

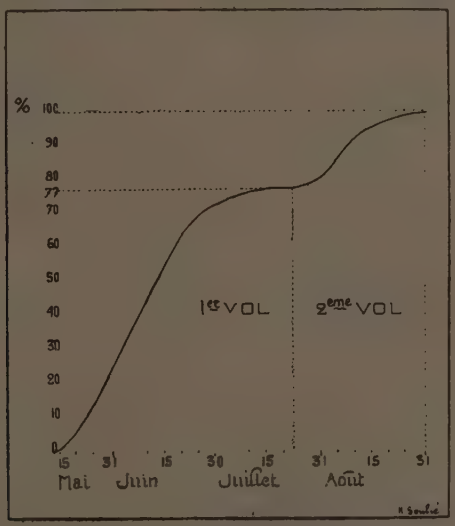


Fig. 3. — Courbe des vols des papillons de la génération hivernante et de première génération pour les années 1935, 1936 et 1937.

du grossissement du fruit. Les dégâts dans les pépins et dans la région péricarpellaire sont toujours considérables. La présence du parasite dans le fruit se manifeste extérieurement par un amas de déjections brunâtres se trouvant à l'orifice de la galerie de pénétration; ces déjections situées à l'extrémité de la galerie de sortie, indiquent le départ du Ver. Les galeries présentent souvent des formes sinueuses, mais sont parfois dans le prolongement l'une de l'autre, les points de pénétration et de sortie étant diamétralement opposés. (Fig. 2.)

Les fruits véreux provenant de la première génération de larves tombent prématurément sur le sol; les vers adultes les quittent et vont se coconner; une grande partie entre en diapause jusqu'au printemps suivant, le reste se transforme en chrysalides et en papillons de première génération [1]. Ce nombre est en relation directe avec les conditions climatiques et semble dépendre de l'importance des pontes effectuées dans la première semaine de juin. Dans nos élevages de 1936 et 1937, seules les chenilles issues des œufs déposés avant cette date se sont chrysalidées dans une proportion de 30 p. 100. La durée de nymphose plus courte que précédemment, est de 7 jours. Le deuxième vol de papillons se situe dans le mois d'août; il a représenté en 1935, 5 p. 100 des larves de première génération, en 1936, 1,8 p. 100, en 1937, 7 p. 100 et 4 p. 100 en 1938.

Dans le département du Puy-de-Dôme, les deux vols sont nettement séparés; pour chacun il existe une période de plein vol avec maxima, contrairement à ce qui a été observé dans la région parisienne (Balachowsky et Viennot-Bourgin, 1936) et celle de l'Anjou (Moreau, 1937).

La figure 3, fait ressortir l'allure générale des vols de Carpocapse pour les années 1935, 1936 et 1937. La courbe est établie en pourcentage de la totalité des captures de papillons durant ces trois années; elle est formée par la réunion de deux courbes correspondant chacune à un vol de papillons, séparées par un palier marquant une nette interruption entre les deux vols. Le premier vol représente 77 p. 100 et le deuxième 23 p. 100 des prises de papillons.

Évolution du Carpocapse.

Pour chaque région fruitière, l'évolution du parasite est suivie minutieusement dans les postes d'observations situés dans les principaux centres de production de pommes.

Le contrôle des vols dans la nature se fait au moyen de pièges-appâts constitués par des pots, alimentés avec de la mélasse, du vinaigre ou du sirop de malt fortement dilué et disposés dans les arbres fruitiers. Le piègeage n'étant pas un moyen suffisant pour la détermination des époques de vol, des cages d'élevage abondamment pourvues de larves à l'automne et placées dans les conditions naturelles, permettent de suivre journellement l'éclosion des parasites au printemps. Des appareils météorologiques enregistrant la température, l'humidité et la pluie, sont adjoints à ces postes pour suivre le comportement du parasite en fonction des conditions du milieu.

Les postes d'observations sont répartis comme suit :

Puy-de-Dôme : Clermont-Ferrand, Sansac [2], Perrier, Blanzat, Cournols [3]. — *Haute-Loire* : Villeneuve-d'Allier [4]. — *Cantal* : Coltines [4]. — *Loire* : Saint-Romain-en-Jarrez, Marcoux. — *Indre-et-Loire* : Saint-Symphorien [4]. — *Cher* : La Rose. — *Loiret* : Orléans (Barrière Saint-Marc).

Puy-de-Dôme. — Les trois années 1936, 1937 et 1938 sont totalement différentes au point de vue climatique. En 1936 (fig. 4), pluviosité très grande l'été, principalement du 19 mai au 6 juin, du 4 au 10 juillet et du 18 juillet au 30 août; ces périodes sont défavorables au développement du Carpocapse. En 1937 (fig. 5), sécheresse et moyenne de température élevée, favorables à l'évolution du parasite. L'année 1938 (fig. 6) est caractérisée par une sécheresse persistante au printemps avec température moyenne relativement élevée, suivie d'une période de froid.

A Clermont-Ferrand, le premier vol débute les 16 et 17 mai quand la température (moyenne

[1] Génération considérée comme la deuxième par les auteurs qui donnent le nom de première génération aux papillons résultant de la métamorphose des chenilles hivernantes.

[2] En 1938, le poste de Sansac a été remplacé par celui de Saint-Germain-Lembron.

[3] Le poste de Cournols ne fonctionne que depuis 1938.

[4] Ces postes ne fonctionnent que depuis 1938.

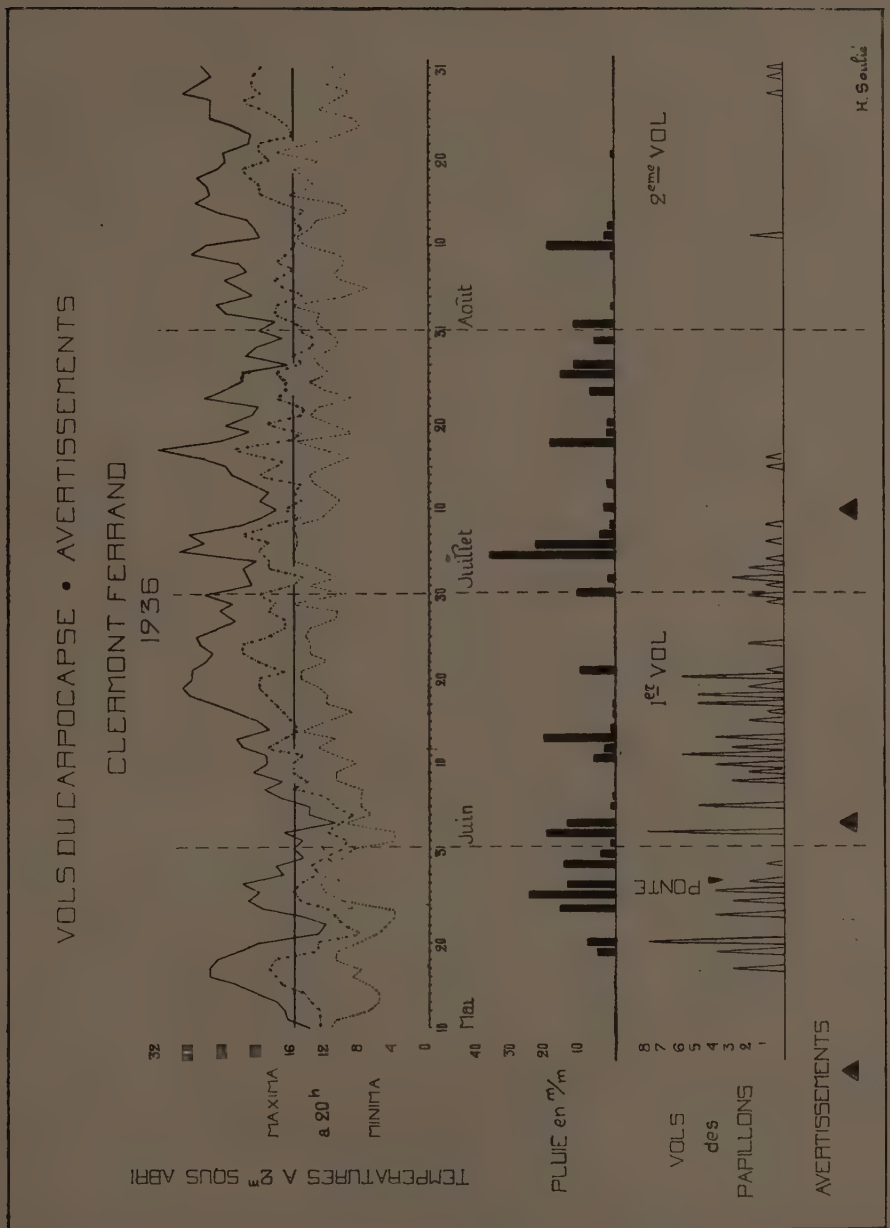


Fig. 4. — Évolution du Carpocapse à Clermont-Ferrand en 1936.

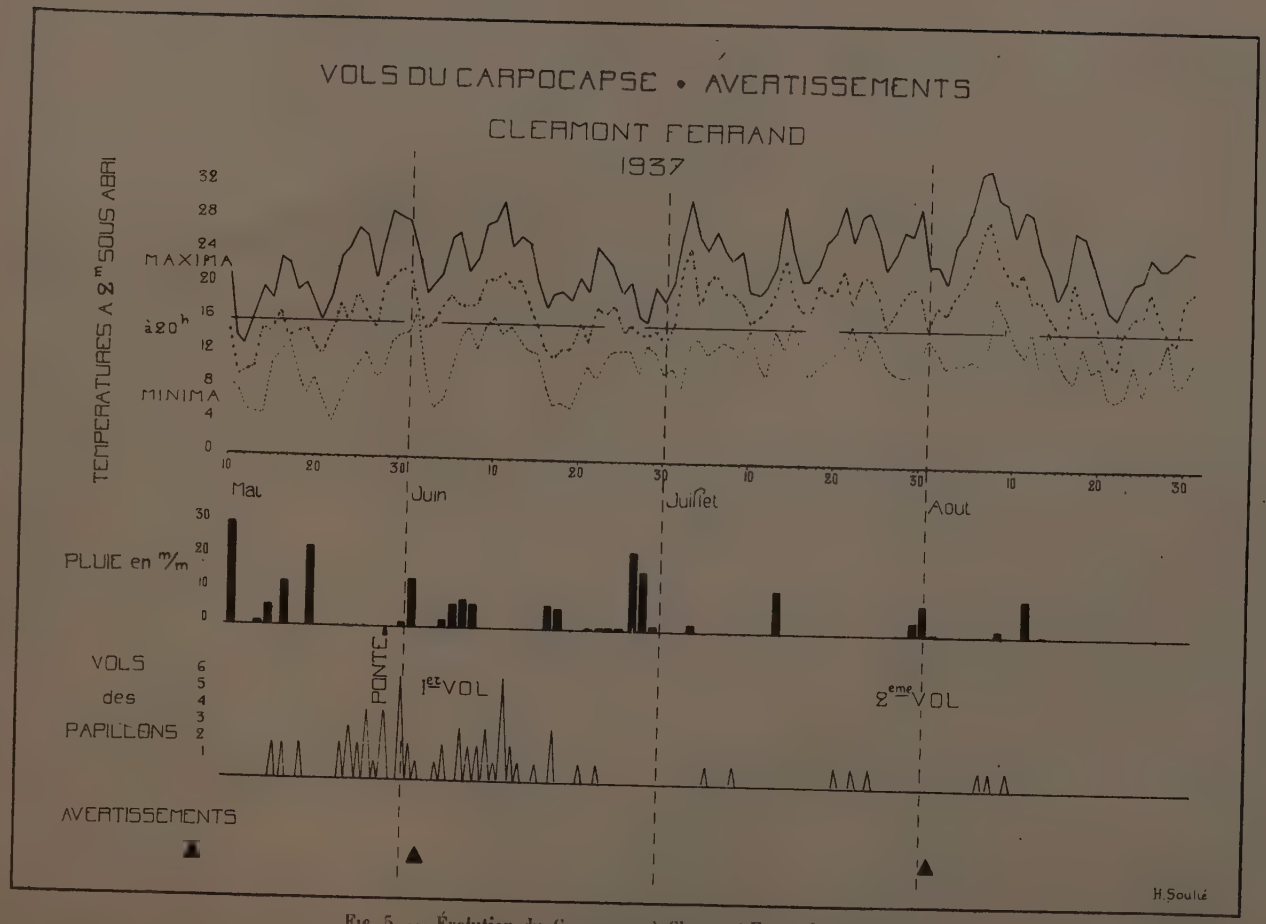


Fig. 5. — Évolution du Carpocapse à Clermont-Ferrand en 1937.

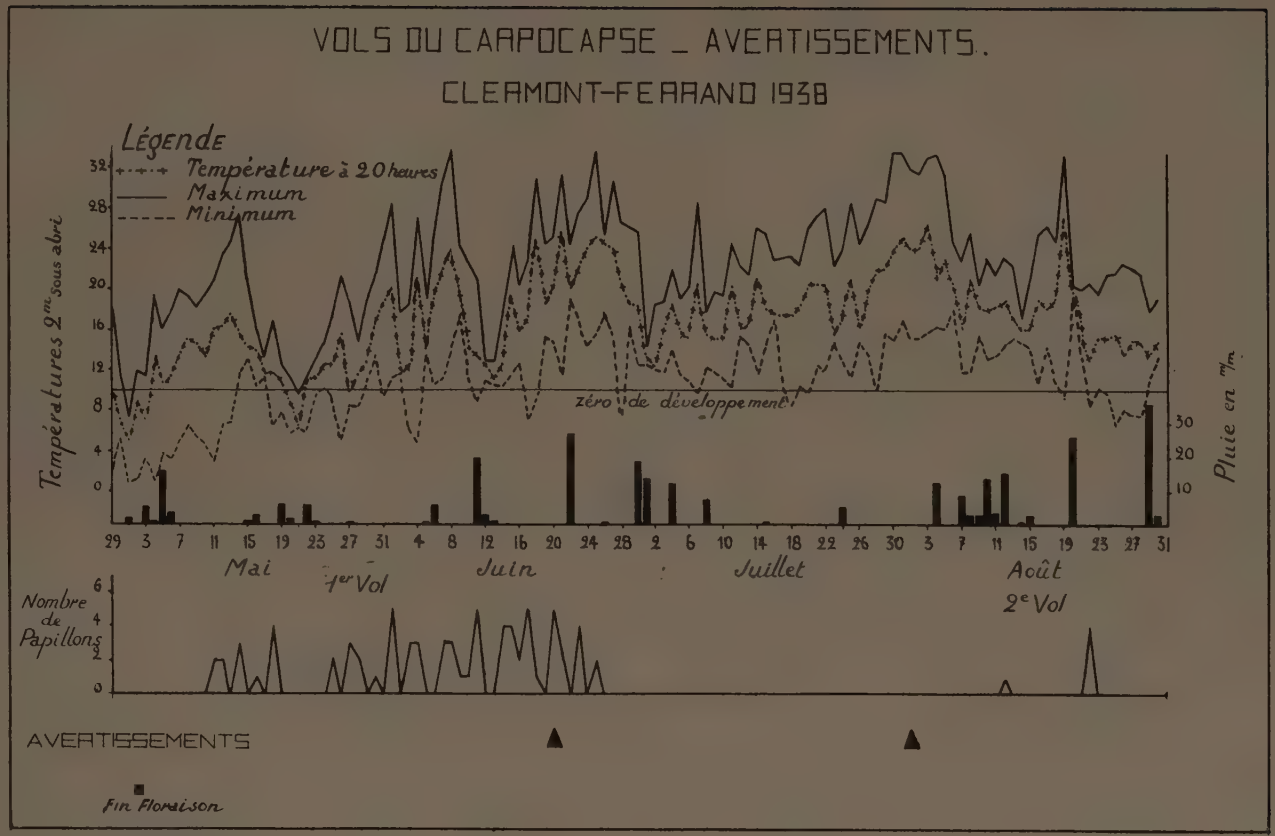


Fig. 6. — Évolution du Carpocapse à Clermont-Ferrand en 1938.

journalière) est de 16°5 en 1936, de 17°5 en 1937, le 11 mai en 1938, avec une moyenne journalière de 12°5.

En 1936, la sortie des papillons s'échelonne jusqu'au 16 juillet avec une période de plein vol du 20 mai au 20 juin; les conditions favorables à la ponte se présentent tardivement, le 14 juin, début juillet et dans la deuxième décade de ce mois. En 1937, au contraire, le vol principal est plus ramassé et s'étend du 24 mai au 18 juin avec conditions favorables à la ponte durant toute cette période; donc développement plus précoce des larves de première génération et promesse d'un deuxième vol important. En 1938, le vol s'échelonne jusqu'au 25 juin en cage d'élevage, jusqu'au 30 de ce même mois dans la na ure, avec interruption du 18 au 25 mai, due à une période de refroidissement (température moyenne journalière 7°5 le 21). Ces conditions défavorables ont provoqué une forte mortalité des papillons dans nos cages d'élevage; il est probable que le même phénomène s'est produit dans la nature. Les maxima de vol n'ont pas été aussi nets que les années précédentes; les premières pontes ont été constatées le 17 juin.

Le vol des papillons de première génération (2e vol) se fait du 4 au 31 août en 1936; plus précoce en 1937, il débute le 22 juillet et s'échelonne sur le mois suivant. En 1938, il se manifeste à partir du 22 août en cage d'élevage. Faible en 1936, représentant 1,8 p. 100 des larves de première génération, plus considérable en 1937 et 1938 avec des pourcentages respectifs de 7 et de 4. La contamination des fruits par les vers de deuxième génération a été de 34 p. 100 en 1937 et de 6 p. 100 en 1936, nettement inférieure à celle de 1935 atteignant 60 p. 100. En 1938, il a été impossible de déterminer l'importance de la contamination, la récolte étant inexistante par suite des gelées de printemps.

Les observations du poste de Blanzat, correspondent en tous points à celles faites à Clermont-Ferrand.

A Perrier, le premier vol des papillons est toujours plus tardif d'une dizaine de jours sur les postes précédents (18 jours en 1938), conséquence d'un climat plus froid; ce décalage existe chaque année. Le vol se poursuit également sur tout le mois de juin. Il n'a jamais été repéré de deuxième vol à cette station.

A Cournols (800 m.), le vol est encore plus tardif et ne commence que le 8 juin.

Haute-Loire. — La première éclosion signalée au poste de Villeneuve-d'Allier date du 5 juin.

Cantal. — Au poste de Coltines (1.000 m.) la première éclosion en cage d'élevage est signalée le 18 juin.

En général dans les postes de montagne au-dessus de 700 mètres il n'y a pas eu de deuxième génération.

Loire. — Les postes fonctionnent depuis 1937. A Saint-Romain-en-Jarrez, le vol se manifeste du 25 mai à la fin juin avec des maxima les 3 et 9 juin. (fig. 8.) En 1938, vol semblable à celui du Puy-de-Dôme.

Indre-et-Loire. — Vol identique à celui qui s'est produit à Clermont-Ferrand.

Loiret. — Dans ce département, les conditions climatiques en 1936 (fig. 7) ont été totalement différentes de celles de Clermont-Ferrand pour cette même année. Mois de mai sec, une seule période pluvieuse importante du 25 juin à la fin juillet; le vol a été précoce du 15 mai au 30 juin, avec plein vol allant du 18 mai au 30 juin. Les périodes favorables à la ponte sont celles de fin mai et du 8 au 30 juin.

En 1937 (fig. 8), le vol fut plus court, 24 mai au 27 juin, avec plein vol du 26 mai au 13 juin et facteurs climatiques favorables au développement du parasite. En 1938, le vol a été semblable à celui qui s'est produit à Clermont-Ferrand.

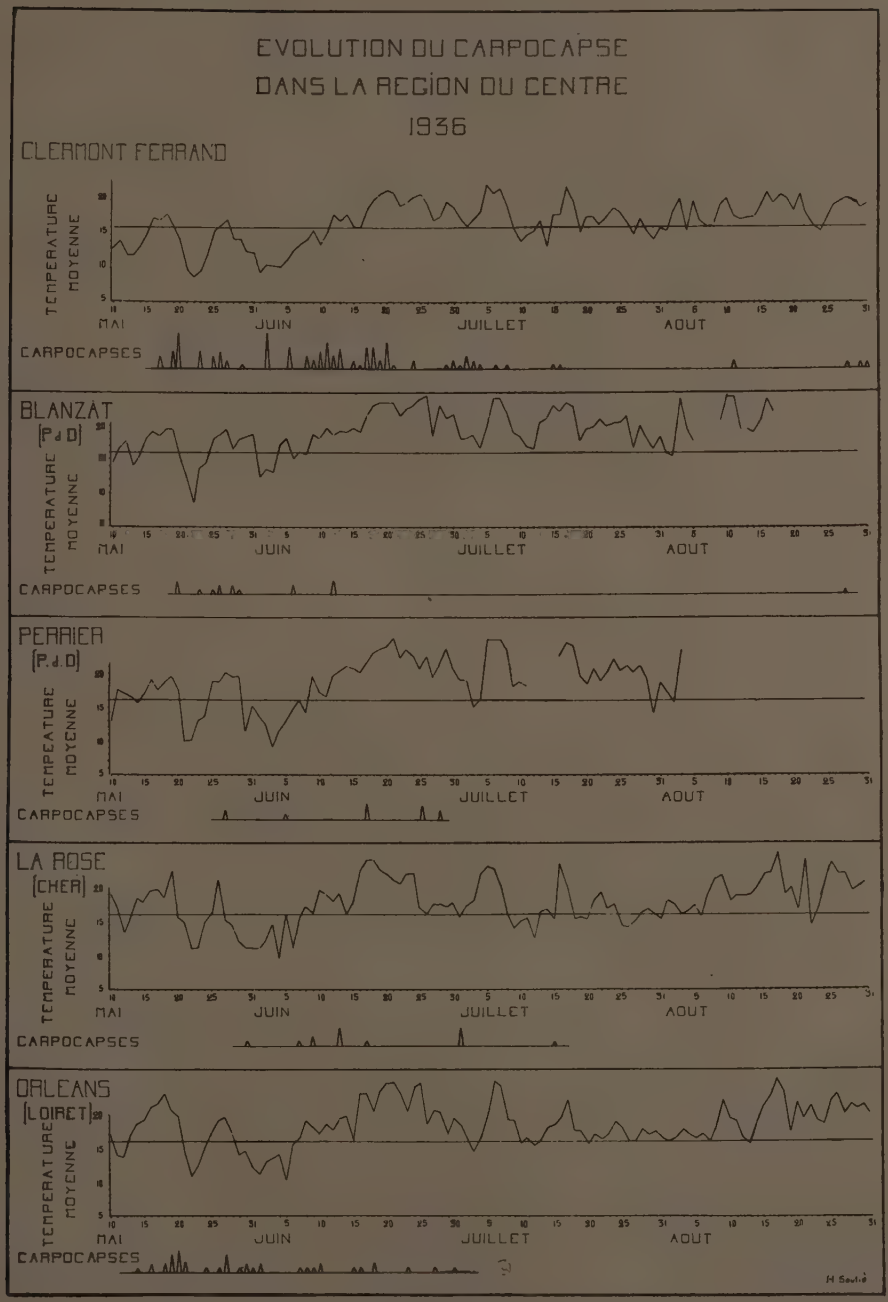


Fig. 7. — Évolution du Carpocapse dans la région du Centre en 1936.

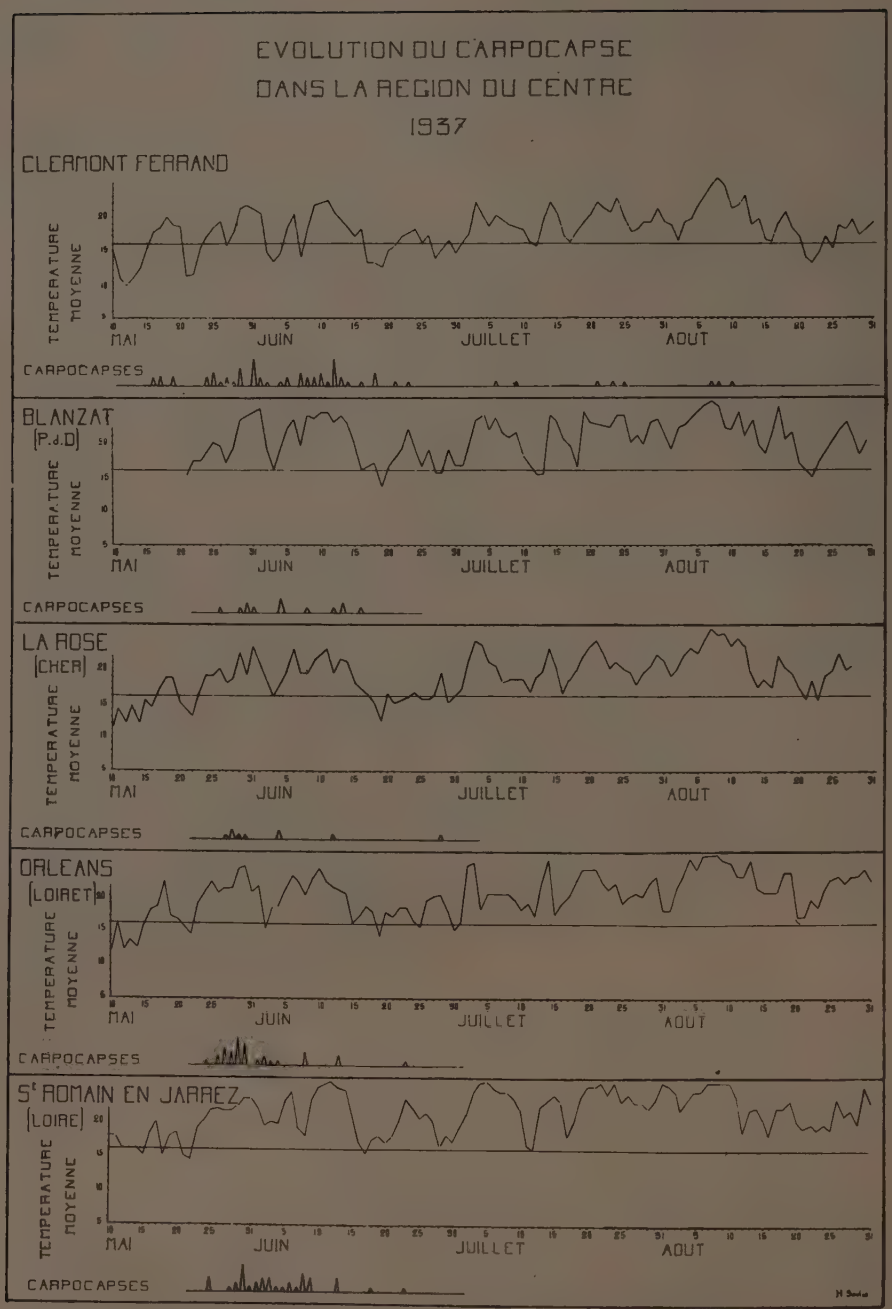


Fig. 8. — Évolution du Carpocapse dans la région du Centre en 1937.

Cher. - - La région de la Forêt s'apparente au département du Loiret pour le régime des pluies. Le vol du Carpocapse se manifeste toujours tardivement, fin mai début juin et correspond au stade fin floraison de la variété locale «Cravert». En 1936, (fig. 7) le vol s'étend jusqu'à la mi-juillet, en 1937 jusqu'à la fin juin. (Fig. 8) En 1938, vol identique à celui du Loiret. Il n'a jamais été signalé de deuxième vol.

En résumé, 1936, mauvaises conditions climatiques contrariant le développement du parasite ; dans les vallées bien exposées du Puy-de-Dôme et dans le Loiret, le vol de la génération hivernante débute entre le 14 et le 17 mai, s'échelonne jusqu'à la fin juillet dans le Puy-de-Dôme et la fin juin dans le Loiret. A Sansac (Puy-de-Dôme) et dans le Cher, vol plus tardif de la fin mai à la mi-juillet. Le deuxième vol se situe au début d'août, il a été insignifiant, représentant à Clermont-Ferrand, 1,8 p. 100 des larves de première génération. Au contraire en 1937, très grande infestation du parasite ; dans les vallées chaudes et abritées du Puy-de-Dôme le vol débute au 17 mai, le 24 mai dans le Cher, Loire et Loiret et s'échelonne sur tout le mois de juin. Le deuxième vol dans le cas où il se produit, représente 7 p. 100 des larves de première génération. En 1938, début de printemps sec et chaud, promesse de sortie importante mais survient une période froide qui contrarie le premier vol, celui-ci s'échelonne du 11 mai au 30 juin. Le deuxième vol constaté seulement à Clermont-Ferrand, se manifeste dans la deuxième quinzaine d'août et représente 4 p. 100 des larves de première génération. Dans les régions au-dessus de 700 mètres, vol tardif, il semble bien qu'il n'y ait qu'une seule génération.

Avertissements.

Fonctionnement en 1936. — Tenant compte des vols observés, les périodes critiques pour le pommier sont en 1936 :

Du 24 mai au 30 juin (Orléans) ;
Du 27 mai au 17 juillet (Clermont-Ferrand, Blanzat) ;
Du 13 juin au 15 juillet (Perrier, La Rose).

Le traitement d'assurance de fin floraison (trois quarts des pétales tombés) est effectué chaque année en vue de la protection de l'œil du fruit. Il a été conseillé le 5 mai dans les départements du Puy-de-Dôme et du Loiret, le 5 juin pour le Cher, la variété dominante «Cravert» étant de floraison très tardive (20 mai).

L'application du deuxième traitement appelé de couverture, est uniquement basé sur le vol des papillons, il est conseillé dès la constatation des premières pontes afin de protéger la surface du fruit avant la naissance des jeunes vers. Dans le Loiret, le vol ayant été précoce et les conditions climatiques favorables à la ponte, ce traitement a été indiqué le 26 mai, le 5 juin dans le Puy-de-Dôme et enfin le 17 juin dans le Cher.

En raison de la croissance rapide du fruit, de l'échelonnement du premier vol et par conséquent de la ponte, il est nécessaire d'assurer à nouveau la protection du fruit par un deuxième traitement de couverture, ce dernier a été indiqué le 8 juillet dans tous les départements. Le deuxième vol dans les cas où il a pu être mis en évidence ayant été d'un faible développement, il n'a pas été indiqué de traitement tardif en août.

Les deux dernières applications ont été surtout efficaces assurant 93 p. 100 de fruits sains, le lot d'arbres n'ayant reçu que le premier traitement de couverture en donne 80 p. 100 et ceux ayant reçu le deuxième 90 p. 100. La combinaison traitement d'assurance et premier de couverture accuse 12 p. 100 de fruits véreux. Les arbres témoins sans traitement, 83 p. 100.

Les essais effectués en 1936, portaient sur des arbres de plein vent, variété Reinette du Canada ; les résultats obtenus par ces différents traitements mettent en relief l'importance de chacun d'eux (tabl. ci-après).

Traitements 1936.

TRAITEMENTS.	RÉDUCTION DU NOMBRE DE FRUITS VÉREUX.	TRAITEMENTS.	FRUITS VÉREUX À LA RÉCOLTE.
II.....	9 p. 100	Témoin.....	83 p. 100
III.....	77 —	III.....	19 —
IV.....	87 —	IV.....	10 —
II III.....	85 —	II III.....	12 —
III IV.....	93 —	III IV.....	7 —
II III IV.	95 —	II III IV.....	5 —

Dates des traitements :
Fin floraison II–8 mai [1].
Couverture III–8 juin, IV–16 juillet.

[1] Le traitement n° 1, bouton rose, est uniquement dirigé contre la tavelure.

Le produit insecticide utilisé était un arséniate diplombique à 15 p. 100 d'anhydride arsénique, employé à la dose de 1 kilogramme par hectolitre de bouillie bordelaise caséinée, à 1 p. 100 de sulfate de cuivre pour 2 kilogrammes de fleur de chaux. Les comptages de fruits véreux ont été effectués dans le verger à la récolte.

Ces deux tableaux montrent la faible importance du traitement de fin floraison; par contre le premier traitement de couverture basé sur le vol des papillons réduit des trois quarts les dégâts occasionnés par les jeunes larves; le deuxième de couverture a une efficacité supérieure au précédent. Le fort pourcentage de fruits sains obtenu par ce seul traitement, tient aux mauvaises conditions climatiques de mai et juin qui ont entravé le vol, la ponte et le développement des larves; ceux-ci n'ont pu s'effectuer que tardivement dans la deuxième quinzaine de juillet. L'efficacité du traitement du 6 juin peut être expliquée par la longue durée d'action de la bouillie utilisée, due à l'emploi de la caséine comme adhésif.

Les résultats obtenus par la combinaison II-III-IV montrent également l'inutilité d'un traitement tardif en août, la deuxième génération de larves ayant été insignifiante.

Fonctionnement en 1937. — En 1937, les phases critiques pour le pommier sont identiques dans tous les départements et se situent du 27 mai à la fin de juin et du 1er au 15 août.

Le traitement d'assurance est indiqué au 7 mai et correspond à la fin floraison des pommiers sauf dans le Cher où la « Gravert » est au stade bouton rose. L'application du premier traitement de couverture est indiqué le 1er juin, en effet le plein vol se manifeste, les premières pontes ont lieu le 29 mai et les conditions sont très favorables au développement du parasite, il faut donc protéger la surface des fruits avant la naissance des larves.

Le plein vol cessant au 24 juin et le maximum d'infestation s'étant produit pendant une période assez courte, largement dépassée par la durée d'efficacité de la bouillie insecticide, il n'y avait pas lieu d'appliquer un second traitement contre cette première génération. Un dernier traitement de couverture a été prescrit du 1er au 10 août, dès l'apparition des papillons de première génération. Ce traitement était indispensable; nous avons vu que ce deuxième vol avait revêtu une grande importance (7 p. 100 des larves de première génération) du fait des conditions climatiques favorables durant tout l'été.

Les deux dernières applications assurent 90 p. 100 de fruits sains, le premier traitement de couverture seul 76 p. 100 et le deuxième 52; la cumulation des deux traitements de couverture et de celui d'assurance, 94 p. 100 de fruits sains. Les arbres témoins, sans traitement accusaient 73 p. 100 de fruits véreux.

Le pourcentage d'infection de la première génération est de 66, celui de la deuxième de 34.

Les essais effectués en 1937, comme ceux de 1936 ont été faits dans le but de contrôler

l'efficacité des traitements conseillés. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

Traitements 1937.

TRAITEMENTS.	RÉDUCTION DU NOMBRE DE FRUITS VÉREUX.
II.	42 p. 100
III.	69 —
IV.....	34 —
II III.....	72 —
III IV.....	85 —
II IV.....	53 —
II III IV. ..	91 —

TRAITEMENTS.	FRUITS VÉREUX à LA RÉCOLTE.	P. 100 de POMMES VÉREUSES tombées au 31 août.
Témoin.	73	16
II.	42	6
III.	24	3
IV.....	48	16
II III.	20	2
III IV.....	10	2.2
II IV.....	44	10
II III IV.	6	2 1

Dates des traitements :
Fin floraison II-8 mai.
Couverture III-5 juin ; IV-10 août.

L'examen des deux tableaux nous montre, à l'inverse de 1936, l'importance plus grande du traitement de fin floraison par suite de sa longue durée d'action et du développement précoce des larves de première génération. Son efficacité a été de 42 p. 100. Cependant, le premier traitement de couverture réduit de 69 p. 100 les dégâts. Le deuxième, dirigé contre la seconde génération assure une protection complémentaire de 34 p. 100. La combinaison traitement d'assurance et premier de couverture donne une protection insuffisante de 72 p. 100, tandis que celle des deux traitements de couverture basés sur le vol des papillons assure une protection de 85 p. 100.

Fonctionnement en 1938. — En 1938, une période critique dans la deuxième décade de juin pour tous les départements intéressés. Un traitement d'assurance a été conseillé le 27 mai dans les régions où les vols sont ordinairement précoces. Le premier traitement de couverture a été indiqué le 20 juin et a été rappelé le 28 de ce même mois, un deuxième de couverture a été préconisé dans la première quinzaine d'août contre la seconde génération (fig. 6).

L'étude de la valeur respective des traitements et combinaisons de traitements n'a pu être poursuivie en raison de l'absence totale de fruits dans notre verger d'expérimentation.

Les essais effectués en 1936 et 1937, montrent la variabilité de la valeur du traitement de fin floraison. Celui-ci est néanmoins à conseiller tous les ans dans les régions où il n'existe pas de Service d'avertissements chargé d'indiquer les époques de traitement en fonction du vol des papillons.

La valeur des traitements de couverture est également mise en évidence en 1936 et 1937, années totalement différentes au point de vue climatique, le premier traitement basé sur le vol des papillons et sur les premières pontes constatées, a assuré une protection de 70 à 75 p. 100 des fruits; les valeurs du deuxième de couverture ne sont pas comparables, en 1936, il était spécialement dirigé contre la première génération de larves, en 1937, contre la deuxième. La combinaison de ces traitements permettant une protection de 95 p. 100 fait ressortir l'importance des traitements de couverture par rapport au traitement d'assurance.

En définitive, les résultats obtenus confirment nos observations précédentes; il est indispensable de baser l'application des traitements insecticides sur la connaissance approfondie de la biologie du parasite pour obtenir le maximum de résultats au point de vue de la protection pratique et économique de la récolte.

Des résultats identiques ont été obtenus en Anjou en 1936 par MM. Moreau et Vinet, avec application de trois traitements basée sur le vol des papillons.

Produits insecticides et technique des traitements.

De l'époque d'application des traitements dépend en grande partie la réussite de la lutte contre le Ver. Deux autres facteurs doivent être pris en considération, ce sont les produits à employer et la technique des traitements.

Devant la multitude des produits commerciaux, le choix de l'arboriculteur est difficile; trop souvent il choisit des produits de préparation facile mais d'une efficacité insuffisante. C'est dans le but de remédier à cette lacune que le Service des avertissements agricoles préconise des formules ayant fait leurs preuves.

Les traitements de fin floraison et le premier de couverture sont mixtes, dirigés à la fois contre la Tavelure et le Carpocapse; la formule conseillée est celle d'une bouillie bordelaise caséinée à 1 p. 100 de sulfate de cuivre pour 2 kilogrammes de fleur de chaux et 1 kilogramme d'arséniate de plomb ou d'alumine (correspondant à 150 gr. d'anhydride arsénique) par hectolitre d'eau. Parfois au premier traitement de couverture, dans le cas d'invasion de Pucerons, l'addition d'un litre d'huile blanche et de 250 grammes d'extrait nicotiné titré à 500° est conseillée. Ces bouillies ont l'avantage d'être très marquantes, adhésives, mouillantes et d'une longue durée d'action, elles doivent être employées fraîches. L'emploi des produits arsénicaux est réglementé par l'arrêté du 22 juillet 1935.

Dans la période de deux mois avant la récolte, les huiles blanches à la dose de 1 litre par hectolitre d'eau avec addition de 250 grammes de nicotine, sont à employer.

La technique des pulvérisations est également très importante; elle dépend entièrement de l'arboriculteur qui dispose actuellement d'appareils bien conçus, à haute pression, lui permettant d'effectuer ses traitements dans de bonnes conditions.

Traiter de préférence par absence de vent et chercher à réaliser un fin brouillard qui enrobera plus facilement les fruits et pénétrera mieux à l'intérieur de l'arbre. Suivre ce dernier sur toutes ses faces et dans le cas qui nous intéresse, insister particulièrement sur les fruits pour les recouvrir d'une fine pellicule insecticide s'opposant à la pénétration du ver; l'arbre doit être entièrement arrosé et non lavé.

Conclusions.

Les observations effectuées dans les départements du Puy-de-Dôme, Haute-Loire, Cantal, Loire, Indre-et-Loire, Cher et Loiret, montrent la variabilité du cycle évolutif du Carpocapse suivant la région considérée.

Le vol de la génération hivernante débute vers le milieu de mai dans les vergers de plaine, et est postérieur de 15 jours environ à la floraison des Pommiers. Dans le département du Cher, l'apparition des premiers papillons, fin mai, correspond à la fin floraison de la variété locale «Cravert». En montagne le premier vol se manifeste vers la mi-juin.

Il existe dans le Puy-de-Dôme deux générations, la deuxième partielle, variant de 1,8 à 7 p. 100 des larves de première génération suivant les conditions climatiques de l'année. En montagne au-dessus de 700 mètres il semble bien qu'il n'y ait qu'une seule génération.

Contrairement aux faits observés dans d'autres régions, il existe dans le Massif Central, pour chacun des vols, une époque de plein vol avec maxima; elles se situent entre le 24 mai et le 27 juin pour la génération hivernante et du 30 juillet au 9 août pour les papillons de la génération suivante.

Le traitement d'assurance de fin floraison est d'importance variable suivant les années; il peut être maintenu dans les régions où il n'existe pas de service d'avertissements agricoles. Les deux traitements de fin floraison et premier de couverture sont insuffisants pour assurer une protection pratique de la récolte. Les traitements d'été de couverture dont les époques d'application sont déterminées en fonction de l'évolution du parasite, sont les seuls qui permettent une lutte efficace et économique contre le Carpocapse.

BIBLIOGRAPHIE.

1936. Balachowsky (A.) et Viennot-Bourgin (L.). — Recherches sur le comportement du Carpocapse en vue de l'établissement rationnel des traitements insecticides dirigés contre cet insecte. (*C. R. Ac. d'agr. de France*, tome XXII, p. 783-788.)

1937. Moreau. — État de la viticulture et de l'arboriculture en Anjou. (*C. R. Ac. d'agr. de France*, tome XXIII, p. 820-827.)

1936. Pivert (A.). — Observations sur le comportement du Carpocapse en Anjou au cours des années 1934-1935. (*Revue de Pat. vég. et d'ent. agr. de France*, tome XXIII, p. 91-100.)

1936. Soulié (H.). — La lutte contre le Ver des pommes dans le Puy-de-Dôme. (*An. des Ep. et de Phytog.*, tome II, fasc. 2, p. 159-189.)

LE CARPOCAPSE

DANS LA RÉGION LYONNAISE ET LES RÉGIONS LIMITROPHES,

par A. Paillot,

Directeur de la Station de Zoologie agricole du Sud-Est, à Saint-Genis-Laval (Rhône),
Correspondant de l'Académie d'agriculture.

Le cycle évolutif du Carpocapse est conditionné par un certain nombre de facteurs dont les plus importants sont : le climat de la région habitée par l'insecte, les facteurs météorologiques et la plante-hôte.

Il existe normalement deux générations par an dans la région lyonnaise, mais l'importance de la deuxième, qui n'est que partielle, varie dans de grandes limites suivant les années.

Les chenilles hibernantes de première ou de deuxième génération ne se transforment en chrysalides qu'au printemps de l'année suivante, elles passent la fin de la saison d'été et toute la mauvaise saison dans un cocon épais tissé généralement dans les anfractuosités de l'écorce et plus ou moins encastré dans l'épaisseur de celle-ci.

En 1934, la transformation en chrysalide n'a commencé que dans le milieu du mois d'avril; en 1936, par contre, près de la moitié des chenilles étaient déjà nymphosées au début de ce même mois; en 1937, la chrysalidation a commencé plus tard encore qu'en 1934 et sur bandes-pièges abandonnées à la température ordinaire depuis le mois d'octobre, les premières chrysalides n'ont été observées que vers la fin du mois d'avril; en 1938 la nymphose a présenté sensiblement les mêmes caractères qu'en 1937. Les conditions météorologiques de l'hiver peuvent expliquer les variations constatées d'une année à l'autre dans le déclanchement des processus de nymphose. Les moyennes de températures mensuelles pour les mois d'hiver depuis 1934, moyennes relevées à l'observatoire de Saint-Genis-Laval, sont les suivantes :

	NOVEMBRE.	DÉCEMBRE.	JANVIER.	FÉVRIER.	MARS.	AVRIL.	MAI.
	—	—	—	—	—	—	—
1933-34....	5°13	− 1°92	2°04	1°32	6°47	11°43	15°90
1934-35....	3°96	7°04	0°31	4°23	6°45	9°51	12°90
1935-36....	7°03	3°25	7°28	4°80	8°31	8°97	14°89
1936-37....	5°67	3°38	5°73	6°64	5°90	10°35	16°37
1937-38....	5°19	2°17	3°01	2°87	9°86	8°83	12°78

Si l'on compare les moyennes pour l'ensemble des mois d'hiver, c'est-à-dire pour les mois de novembre, décembre, janvier, février et mars, on constate bien que l'hiver 1933-1934 a été sensiblement plus froid que les suivants : la moyenne n'est en effet que de 2°6 alors qu'elle s'élève à 6°1 pour l'hiver 1935-1936, 5°4 et 4°1 pour les suivants, la moyenne

normale étant de 4°1 à Saint-Genis-Laval. Cependant en 1934 et 1937, la nymphose a commencé à la même époque ; on a même constaté un retard en 1937 sur 1934 alors qu'on aurait dû observer au contraire une avance si la température hivernale jouait le rôle prépondérant dans le déclanchement des processus de nymphose. De ces constatations et après examen comparatif des températures moyennes du mois de mars depuis 1934, j'avais tout d'abord conclu que cette dernière température constituait le facteur déterminant de nymphose. Mais en 1938, année où la nymphose a commencé beaucoup plus tard qu'en 1936, la température moyenne du mois de mars a été anormalement élevée et a dépassé très sensiblement la moyenne du mois de mars 1936. Mes premières conclusions ne peuvent donc être retenues et d'autres facteurs que la température doivent intervenir dans le déclanchement des processus de nymphose. L'état hygrométrique ne semble pas avoir une influence plus grande que celle de la température ainsi qu'il résulte de l'examen comparatif des quantités d'eau tombées au cours des différents mois. Les facteurs intrinsèques qui dépendent des conditions de la vie larvaire doivent jouer un rôle important mais il n'est guère possible de déterminer leur mode d'action.

La durée du stade nymphal est surtout fonction de la température : ainsi en 1936, malgré une précocité très marquée de la nymphose, le vol des papillons n'a commencé qu'à partir du mois de juin alors qu'en 1934, année où la nymphose a été beaucoup plus tardive, on a pu constater des vols de papillons avant le 15 mai ; en 1937, le vol a commencé peu après cette date et la durée du stade nymphal a été sensiblement la même qu'en 1934 ; en 1938, les premiers vols ont eu lieu à partir de la fin du mois de mai. Or la température moyenne des mois d'avril et de mai pour les années 1934 et 1937 est nettement supérieure à celle des mois correspondants pour les années 1936 et 1938 : 13°66 et 13°36 en 1934 et 1937 contre 11°93 et 10°80 en 1936 et 1938.

L'influence de l'hôte sur la durée du cycle évolutif du Carpocapse est assez sensible. Déjà en 1930, j'avais constaté que les chenilles hibernantes récoltées en automne sur noyers donnaient naissance à des papillons qui éclosent plus tard que ceux provenant de chenilles du pommier ; d'autre part, j'avais pu constater que les papillons volent dans les plantations de poiriers avant l'époque d'apparition des papillons provenant du ver des pommes. En 1937, mes observations ont été faites en utilisant comme matériel les chenilles hibernantes capturées sur bandes-pièges en carton ondulé entourant le tronc de pommiers et noyers. Les bandes récoltées en octobre ont été mises en cage aussitôt et abandonnées à la température et l'humidité ambiantes. La première éclosion de papillon a été constatée le 24 mai dans la cage renfermant les bandes récoltées sur pommiers et le 2 juin seulement dans la cage renfermant les bandes placées sur noyers.

Comme on l'a déjà souvent constaté, les éclosions de papillons ont été très échelonnées, plus encore, semble-t-il, en 1937 que pendant les années précédentes : les papillons issus de vers des pommes ont éclos jusqu'au 22 juillet ; ceux provenant du ver des noix, jusqu'au 9 août. La courbe des éclosions présente un maximum du 1er au 10 juillet qui est commun aux deux espèces de papillons. On observe d'autre part un premier maximum d'éclosion du 1er au 14 juin pour les papillons du pommier et un deuxième maximum très élevé du 14 au 24 juillet pour les papillons du noyer. La comparaison des courbes d'éclosions avec celles des températures moyennes journalières et des hauteurs de pluie enregistrées montre que les maxima d'éclosions coïncident assez exactement avec les maxima de température ; par contre l'influence de l'humidité n'apparaît pas aussi nettement que celle de la température.

L'existence d'une deuxième génération de Carpocapse sur poiriers et sur pommiers est bien démontrée : soit par la recrudescence des fruits véreux constatée chaque année à partir du mois d'août ; soit par les observations faites en cage ou en pleins champs. En 1936, des poires et des pommes véreuses ayant été mises en cage le 2 juillet, les papillons de deuxième génération ont commencé d'éclore le 23 juillet ; les éclosions se sont poursuivies jusqu'au début du mois d'août. 70 p. 100 environ des chenilles de première génération ont ainsi donné naissance à des papillons ; les 30 p. 100 restantes étaient des chenilles hibernantes.

Sur pommiers munis de bandes-pièges en carton ondulé, j'ai constaté les premières éclosions de papillons dès le 20 juillet. Le 7 août, 30 p. 100 environ des chenilles réfugiées sous les bandes étaient transformées en chrysalides ou papillons. Cependant, un assez

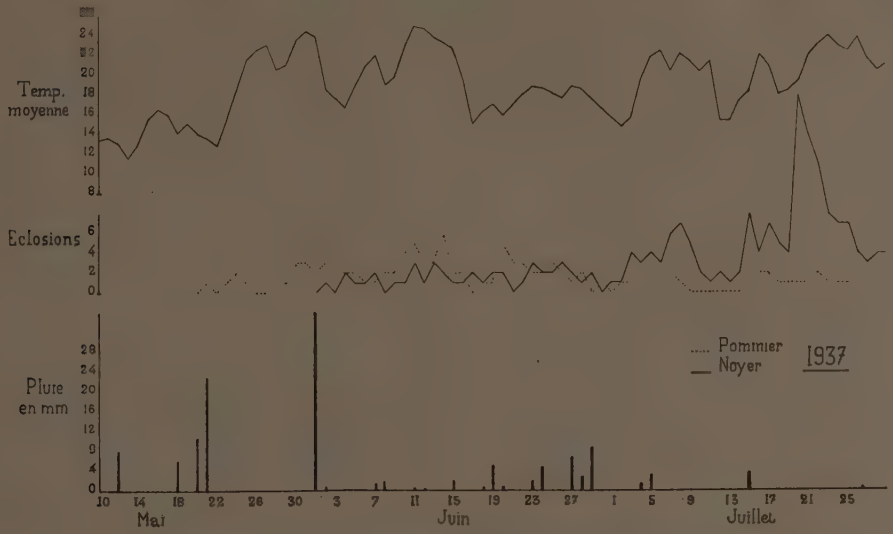


Fig. 1. — Courbe des températures moyennes journalières et des éclosions de papillons de Carpocapse du noyer et du pommier pendant l'année 1937.

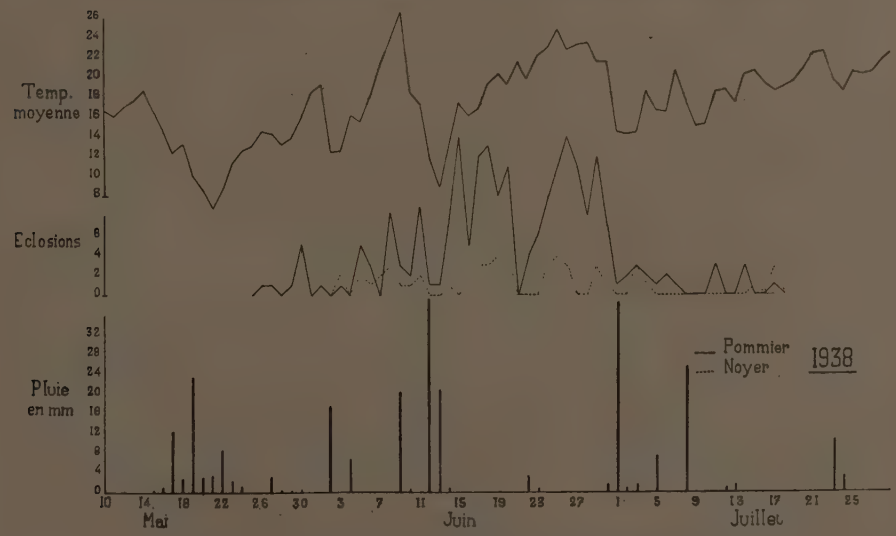


Fig. 2. — Courbe des températures moyennes journalières et des éclosions de papillons de Carpocapse du noyer et du pommier pendant l'année 1938.

grand nombre de dépouilles nymphales pouvaient être observées dans les parties supérieures du tronc et même sur les grosses branches, ce qui semblerait montrer que l'attraction des bandes-pièges n'est pas aussi manifeste pour les chenilles évoluant vers une deuxième génération que pour les chenilles hibernantes. La proportion réelle des chenilles

comportant deux générations annuelles dépasserait donc sensiblement le taux de 30 p. 100 sans atteindre toutefois celui de 70 p. 100 constaté en cages. Le rôle de la deuxième génération de Carpocapse est au moins aussi important que celui de la première. En 1934 et 1935 notamment, les conditions météorologiques ayant été plus favorables pour l'insecte qu'en 1936, la deuxième génération de vers a causé des dégâts très importants même sur les poires *Williams* qui sont récoltées vers la mi-août. En dépit des traitements effectués jusqu'en juin, la proportion des fruits véreux s'est élevée fréquemment jusqu'à 70 et même 90 p. 100 de la récolte. Seules les poires précoces comme les poires *Saint-Jean, Beurré Giffard, Précoce de Trévoux* ont été bien protégées par les traitements arsenicaux de printemps.

En 1937, des pommes véreuses ont été mises en cage le 3 juillet; à cette date, un certain nombre de chenilles avaient atteint ou étaient près d'atteindre leur grosseur maximum; quelques-unes même avaient quitté les fruits tombés à terre; par contre, beaucoup avaient commencé depuis peu leurs dégâts; même les papillons de première génération n'étaient pas tous éclos ainsi qu'on l'a vu précédemment. Les éclosions de papillons de deuxième génération ont commencé le 26 juillet et se sont poursuivies jusqu'au 7 août. Le total des éclosions enregistrées atteignit le nombre de 17, ce qui représente près de 80 p. 100 du nombre des vers mis en observation. Sur pommiers munis de bandes-pièges en carton ondulé, j'ai constaté la présence des premiers cocons sous les bandes dès le 20 juillet. Le 11 août, 20 p. 100 environ des chenilles s'étaient transformées en chrysalides ou papillons. La deuxième génération paraît donc avoir été moins importante que l'année précédente. En 1938, la proportion des chenilles ayant évolué vers une deuxième génération a été plus faible encore qu'en 1937 [1].

L'existence d'une deuxième génération de Carpocapse dans la noyeraie de l'Isère a été constatée en 1937 par MM. Garavel (Père et Fils), à Morette : ayant mis en cage séparément le 26 juillet des pommes et des noix véreuses, ils ont constaté l'éclosion de papillons de deuxième génération à partir du 11 août; la proportion de ceux-ci a été assez faible et n'a pas dépassé 30 p. 100. En pleins champs, la proportion des chenilles qui évoluent vers une deuxième génération est certainement beaucoup plus faible : on peut admettre en effet que les pommes et noix véreuses récoltées le 26 juillet renfermaient des vers éclos depuis longtemps déjà alors que beaucoup n'étaient pas encore éclos à cette date. Si l'on considère d'autre part que l'année 1937 a été caractérisée par un été relativement chaud et sec, on peut admettre qu'en année ordinaire, la deuxième génération de Carpocapse joue un rôle moins important dans la noyeraie de l'Isère que dans les plantations de pommiers et de poiriers de la région lyonnaise.

Les œufs des papillons de première génération sont pondus principalement sur les fruits; c'est du moins ce que j'ai pu observer sur le poirier. La durée d'incubation est d'une dizaine de jours. Après leur éclosion, les jeunes chenilles errent un certain temps à la surface du fruit, puis pénètrent à l'intérieur en utilisant généralement une dépression de la surface : dépression naturelle comme celle de l'œil ou accidentelle; je rappelle à ce sujet que R. Pussard a pu observer à la Station, en 1929, à la suite d'un orage à grêle survenu le 30 juin, la pénétration des chenilles néonates dans les cicatrices occasionnées par les grêlons. Sur les noix, la pénétration a lieu d'abord par le calice, puis au point de contact de deux noix voisines; les jeunes chenilles mettent longtemps à traverser le péricarpe particulièrement épais dans ce fruit. Elles peuvent s'en nourrir ainsi que M. Garavel a pu l'observer en 1937 et 1938; il a constaté en effet la présence de chenilles d'une certaine grosseur dans l'épaisseur de l'enveloppe et à la surface de la coque qu'elles n'avaient pu traverser; mais ces chenilles ne semblent pas pouvoir parvenir au terme de leur évolution larvaire.

Les chenilles de deuxième génération pénètrent dans les poires et les pommes par les

[1] Je remercie M. Bonnemaison, chef de travaux à la Station de zoologie agricole du Sud-Est, pour l'aide qu'il a bien voulu m'apporter dans la surveillance des cages d'élevage et le comptage journalier des éclosions.

côtés, généralement, au point de contact de deux fruits voisins ou d'une feuille et d'un fruit.

En résumé, pour la région lyonnaise et les régions limitrophes, les éclosions de papillons de Carpocapse de première génération commencent en général à partir du 15 mai dans les plantations de poiriers; quelques jours plus tard, dans les plantations de pommiers et à partir du mois de juin, dans celles de noyers. Elles se poursuivent jusqu'en juillet et même parfois jusqu'en août dans les plantations de noyers. Il existe une deuxième génération partielle plus ou moins importante suivant les années mais dont les dégâts sont au moins aussi importants que ceux causés par la première génération, sauf dans les plantations de noyers. Les vers de cette deuxième génération n'éclosent guère avant le mois d'août en année normale.

Les traitements contre le Carpocapse.

Les expériences faites il y a quelques années (*An. des Epip.*, t. VII, p. 169-194, 1921) avaient montré que deux traitements avec bouillie arsenicale ou cupro-arsenicale suffisaient pour protéger les fruits contre les attaques de Carpocapse de première génération à condition toutefois que la pulvérisation ait pour effet de remplir de bouillie la cavité de l'œil du fruit. Cette condition est facile à remplir lorsqu'on a affaire à des formes basses-tiges même avec un appareil à dos d'homme ordinaire pulvérisant sous une pression de deux à trois kilogrammes; mais il est indispensable, pour arriver à un tel résultat, d'approcher le bec de lance à 50 centimètres ou moins du bouquet de fruits. Lorsqu'on utilise un appareil à grand débit (pompe à bras ou à moteur) à cône de pulvérisation plein, la condition essentielle d'un bon traitement est plus facile à remplir surtout lorsqu'on a affaire à des formes demi-tiges ou hautes-tiges.

L'emploi d'appareils à haute pression n'est pas à conseiller pour les formes basses; ayant utilisé en 1935 un appareil à moteur pulvérisant sous une pression de 15 kilogrammes, dans une plantation de poiriers en contre-espaliers conduits sur fils de fer (forme dite «en croisillon») j'ai pu constater, à la suite du traitement, qu'une proportion assez importante de fruits n'avaient reçu qu'une quantité insuffisante de bouillie. L'emploi de pompes à bras pulvérisant sous une pression de 6 à 8 kilogrammes m'a donné de bien meilleurs résultats. Dans le cas d'arbres demi-tiges et hautes-tiges, la pression joue au contraire un rôle important, mais le débit doit être également élevé, ce qui n'est pas le cas pour tous les appareils à bras ou à moteur livrés par le commerce.

A la suite des nombreuses applications faites au cours de ces dernières années en utilisant les types les plus divers d'appareils à dos d'homme et de pompes à bras ou à moteur, j'ai pu constater que la dépense de liquide nécessaire pour réaliser la condition essentielle d'un bon traitement était assez constante, quel que soit le type d'appareil employé : on peut évaluer à deux litres en moyenne la dépense pour un poirier basse-tige; cinq litres pour un poirier demi-tige taillé en gobelet ou en fuseau; vingt à vingt-cinq litres pour un pommier et cinquante à cent litres pour un noyer. La durée du travail sera d'autant plus réduite qu'on utilisera un appareil à plus grand débit et la pulvérisation sera d'autant mieux réussie qu'elle sera plus rapide, ce qui peut sembler un paradoxe; mais si l'on pense aux difficultés pratiques qui résultent de l'emploi des appareils à faible débit (nécessité de viser spécialement les bouquets de jeunes fruits et d'approcher le bec de lance de chacun d'eux) on comprendra facilement l'avantage de l'emploi de pompes à fort débit permettant, dans un minimum de temps, de couvrir de bouillie toutes les parties de l'arbre.

Méthodes de traitements chimiques, insecticides et fongicides. — Pour être efficaces, les traitements doivent être exécutés à des époques précises dont la durée est assez limitée. D'autre part, pour des raisons impérieuses d'économie sur lesquelles il est inutile de s'étendre ici, les traitements doivent être combinés pour agir avec le maximum d'efficacité sur le plus grand nombre possible de parasites, en particulier sur le Carpocapse, les chenilles arpenteuses et autres chenilles du feuillage et sur le champignon de la tavelure. D'où la nécessité

d'effectuer les pulvérisations dans le minimum de temps en utilisant les formules de bouillies mixtes à la fois insecticides et fongicides.

Les expériences poursuivies au cours de ces dernières années dans une région où la tavelure cause habituellement des dégâts particulièrement graves, ont montré qu'il était nécessaire, dans le cas où il n'a pas été fait de traitement d'hiver, d'effectuer un traitement avant la floraison, plus exactement, au moment où les boutons à fleurs sont bien séparés les uns des autres, avec bouillie bordelaise ordinaire à 1 kilogramme de sulfate de cuivre et 1 kilogr. 500 de fleur de chaux ou mieux, avec bouillie bordelaise arsenicale si l'on a à craindre une invasion de chenilles arpenteuses. La bouillie peut être rendue active contre les Pucerons et autres insectes piqueurs, les Psylles en particulier (*Psylla pyricola*) dont les œufs sont déposés vers l'extrémité des pousses un peu avant la floraison (en 1937, les premiers œufs ont été observés vers le milieu du mois de mars) par addition d'huiles végétales ou minérales. Dans les expériences que j'ai poursuivies en 1936 et 1937, j'ai utilisé l'huile d'arachide et des huiles de paraffine dites : huiles blanches dont la fluidité est suffisante et l'indice de sulfonation, aussi élevé que possible (au-dessus de 90 p. 100).

La formule suivante a été utilisée en 1937 :

Sulfate de cuivre en poudre fine (sulfate neige)..	1 kilogramme.
Fleur de chaux.....	2 kilogrammes.
Arséniate de plomb en poudre ou en pâte.....	0 kg. 500 à 1 kilogr.
Caséine.....	75 grammes.
ou lait écrémé non bouilli.....	2 litres.
Huile d'arachide ou de paraffine.....	1 litre.
Extrait nicotiné.....	100 cc.
Eau.....	100 litres.

Après avoir préparé la bouillie bordelaise avec 50 litres d'eau environ, on dilue l'arséniate dans 5 litres d'eau et on ajoute la caséine après l'avoir dissoute au préalable dans du lait de chaux; l'huile est ensuite émulsionnée dans la bouillie arsénicale caséinée au moyen d'un balai de bois; l'émulsion est versée dans la bouillie bordelaise. On complète à 100 litres et on ajoute l'extrait nicotiné au moment de l'emploi. Cette formule, dont la préparation peut sembler trop compliquée à première vue, a fait l'objet d'une application en grand en juin 1938 et a donné de bons résultats contre les Psylles.

Le premier traitement post-floral avec bouillie bordelaise arsenicale (mêmes doses que dans la formule ci-dessus) doit être effectué avant la complète défloraison et au plus tard dans les quatre jours qui suivent celle-ci. Les expériences faites sur poiriers ont montré en effet que l'efficacité du traitement contre la tavelure diminue très rapidement à partir de la défloraison. Bien que l'époque d'éclosion des papillons de Carpocapse soit encore assez éloignée de ce moment, la présence d'arséniate dans la bouillie est loin d'être inutile. En dehors de son action contre les divers parasites phytophages et contre les larves d'Hoplocampe, l'arséniate reste assez longtemps dans l'œil du fruit pour agir efficacement contre les premières chenilles du Carpocapse. Les expériences faites à la Station de Zoologie agricole du Sud-Est en 1919 et 1920 avaient déjà montré que deux traitements avec bouillie arsenicale effectués : le premier, au moment de la chute des pétales; le deuxième, quinze jours après, suffisaient pour réduire considérablement les attaques des chenilles de première génération. A l'appui de ces conclusions déjà anciennes, mentionnons le fait d'observation suivant : des poires traitées avec bouillie bordelaise arsenicale le 8 avril 1936 ont été soumises à l'analyse chimique le 15 mai; à cette date, les quantités d'arsenic et de plomb existant encore sur les fruits étaient respectivement de 0 gr. 005 et 0 gr. 016 pour 100 grammes de fruits frais, ce qui représente une moyenne de 0 milligr. 05 et de 0 milligr. 16 d'arsenic et de plomb par fruit, proportion largement suffisante pour empoisonner des chenilles nouvellement écloses, surtout si l'on tient compte du fait que le poison est concentré dans la cavité de l'œil du fruit, c'est-à-dire dans la région habituelle de pénétration des chenilles à l'intérieur du fruit. La présence de bouillie dans cette cavité peut d'ailleurs être facilement constatée à l'œil nu plus de deux mois après le traitement. L'entrainement par les eaux de pluies, particulièrement abondantes

en 1936, a été très réduit. On ne saurait donc contester l'utilité du traitement post-floral avec bouillie arsenicale et il faut insister plus que jamais sur la nécessité de remplir de bouillie la cavité de l'œil du fruit.

Une deuxième pulvérisation avec bouillie bordelaise arsenicale doit être effectuée vers le moment de l'éclosion des premières chenilles de Carpocapse, c'est-à-dire vers la fin du mois de mai pour la région lyonnaise et les régions avoisinantes à climat peu différent.

Ces deux pulvérisations post-florales, si elles sont bien faites, doivent réduire considérablement les dégâts causés par la première génération de Carpocapse et par le champignon de la tavelure; elles ont également une action indirecte très marquée sur l'importance de la deuxième génération de vers ainsi que j'ai pu le constater dans mes champs d'expériences.

Les expériences de traitement faites en 1936 à Dardilly dans la banlieue nord-ouest de Lyon ont montré qu'à la suite de deux pulvérisations effectuées le 4 avril et le 23 mai avec appareils à dos d'homme ordinaires, la proportion des fruits véreux (Williams) comptée le 7 août était comprise entre 1 et 2 p. 100; celle des poires tavelées était inférieure à 5 p. 100 alors que dans les rangées non traitées elle s'élevait à 80 p. 100 et à 30 et 40 p. 100 sur les poiriers traités quelques jours après la défloraison.

En 1937, la même expérience a été répétée en utilisant comparativement de l'arséniate de plomb et de l'arséniate de chaux en pâte. La première pulvérisation a été effectuée le 23 mars, avant la complète défloraison des poiriers; la deuxième, le 27 mai. J'ai compté moins de 1 p. 100 de fruits véreux à la date du 30 juillet et moins de 3 p. 100 de poires tavelées dans les lots traités à l'arséniate de plomb et à l'arséniate de chaux; sur poiriers traités quelques jours après la défloraison, la proportion des fruits tavelés s'élevait à 25 p. 100 environ.

De ces expériences comparatives, on ne peut déduire cependant que le pouvoir insecticide de l'arséniate de chaux est, d'une manière générale, comparable à celui de l'arséniate de plomb. J'ai montré, en 1928, que le pouvoir insecticide de l'arséniate de chaux varie dans de très grandes proportions suivant son origine et qu'il est impossible de déterminer ce pouvoir d'après la seule composition chimique. Certaines marques commerciales d'arséniate sont toxiques pour les chenilles de *Pieris brassicae* à la dose de 0,1 p. 100 alors que d'autres marques ne le sont pas à la dose de 2 p. 100. Dans ces conditions, l'emploi de l'arséniate de plomb, et plus spécialement de l'arséniate diplombique, est préférable à celui de l'arséniate de chaux.

On peut envisager un traitement complémentaire avec bouillie arsenicale dans le courant du mois de juin en combinant ce traitement avec celui qui est dirigé contre les Insectes piqueurs, les Psylles notamment et les Kermès (*Diaspis leperii* Sign. = *Epidiaspis pyricola* Fern.) dont les larves mobiles et non protégées éclosent à partir du milieu du mois de juin dans la région lyonnaise. La formule suivante a été expérimentée depuis trois ans et donne de bons résultats :

Arséniate diplombique en poudre ou en pâte	0 kg. 500 ou 1 kg.
Caséine	75 grammes.
Huile d'arachide ou de paraffine	1 litre.
Extrait nicotiné	100 cc.
Eau	100 litres.

L'émulsion est préparée comme il a été indiqué précédemment. Au lieu de caséine, on peut employer 2 litres de lait écrémé non bouilli. La poudre de caséine peut être remplacée par d'autres émulsifiants, les alcools supérieurs sulfonés par exemple.

L'émulsion agit non seulement sur les Psylles, les Pucerons, les Kermès ainsi que j'ai pu le constater en 1936 dans un de mes champs d'expériences, à Irigny, dans la banlieue lyonnaise et en 1938 dans un autre champ d'expériences de la région lyonnaise, mais également contre les œufs de Carpocapse dont elle détermine l'avortement. L'huile d'arachide est sans danger pour le feuillage et les fruits des diverses variétés de poiriers. On peut noter cependant que le feuillage de la variété *Alexandrine Douillard* est légèrement brûlé à la suite du traitement. Sur deux mille kilogrammes de poires *Williams* récoltées à Irigny le 20 août 1936 on a compté seulement deux kilogrammes de déchet.

Le problème du traitement des pommiers et des noyers contre le Carpocapse diffère sensiblement de celui du traitement des poiriers que j'ai plus spécialement étudié dans la région lyonnaise. L'emploi des appareils à grand débit et à forte pression est nécessaire en raison des grandes dimensions que peuvent atteindre les arbres; d'autre part, l'échelonnement considérable des pontes de première génération (jusque fin juillet pour le Carpocapse du pommier et mi-août pour celui du noyer) et l'existence d'une deuxième génération, particulièrement dangereuse pour le pommier, rendent nécessaires les traitements tardifs. On peut conseiller par exemple un traitement vers la fin du mois de juillet avec bouillie arsenicale ou mieux avec émulsion d'huile en bouillie arsenicale. Dans le cas du noyer, deux pulvérisations seraient nécessaires, l'une vers le milieu du mois de juin; l'autre un mois plus tard. Ces traitements devront d'ailleurs être complétés par l'emploi de bandes-pièges.

Méthodes de traitement par piégeage. — Depuis plusieurs années, j'expérimente l'action des bandes-pièges sur le Carpocapse; on sait que les chenilles hibernantes choisissent les abris les plus divers pour tisser le cocon ou hibernaculum à l'intérieur duquel elles passeront la mauvaise saison. Ces abris artificiels peuvent être constitués par des bandes de toile ou mieux, des bandes de carton ondulé qu'on fixe sur le tronc des arbres au moyen d'une ficelle. Les résultats obtenus sont tels qu'on peut envisager la généralisation de l'emploi des bandes-pièges en carton, principalement dans les plantations de pommiers et de noyers.

Déjà en 1930, j'avais fait des expériences comparatives avec bandes de toile et bandes de carton ondulé d'une largeur de 16 centimètres environ. Ces bandes ont été placées à hauteur d'homme au début du mois de juillet et relevées à la fin du mois d'octobre. J'ai compté une moyenne de quarante chenilles hibernantes sous les bandes de carton; en outre, un certain nombre de chenilles avaient tissé leur cocon dans les anfractuosités de l'écorce sous le carton. Les prises ont été beaucoup moins importantes sous les bandes de toile.

De nouvelles expériences ont été faites à Saint-Genis-Laval en 1935 dans une plantation de pommiers dont les arbres n'avaient pas été pulvérisés au printemps avec bouillie arsenicale. Les bandes mises en place le 20 juillet avaient été imprégnées avec un mélange de béta-naphtol et d'huile de paraffine préparé d'après une formule américaine (650 gr. de béta-naphtol pour 1 litre d'huile). D'autres pommiers pulvérisés avec bouillie arsénicale furent munis de bandes non imprégnées à la date du 21 août.

Sur 35 de ces bandes relevées le 7 octobre, j'ai compté 247 chenilles. Sur deux bandes traitées au béta-naphtol, j'ai compté, le 11 octobre, 15 chenilles mortes et 3 vivantes; sur quatre autres examinées le 30 octobre, j'ai compté 232 chenilles mortes dont 138 sur une seule bande et six vivantes; enfin sur 11 bandes relevées le 14 novembre, il y avait 359 chenilles mortes et 39 vivantes. La proportion des chenilles tuées par le mélange de beta-naphtol et d'huile varie donc entre 90 et 97 p. 100. La moyenne des prises par arbre est de 7 à 8 chenilles sur ceux qui avaient été pulvérisés avec bouillie arsenicale et de 38, sur ceux n'ayant reçu aucune pulvérisation. Il est juste de faire observer que les bandes ont été mises en place plus tard sur les premiers que sur les autres.

En relevant les bandes, il est indispensable de détruire les chenilles qui se réfugient en assez grand nombre dans les anfractuosités de l'écorce placées sous les bandes de carton ou dont le cocon reste adhérent à l'écorce après l'enlèvement de la bande. Lorsque l'écorce est bien lisse, la proportion des chenilles capturées peut être importante : c'est ainsi que sur un jeune pommier dont l'écorce ne présentait pas de crevasse, j'ai compté 33 chenilles pour une bande de 16 centimètres de haut et de 15 centimètres de long. Il y aurait donc intérêt à aplanir l'écorce du tronc avant de mettre en place les bandes de carton.

En 1936, l'emploi des bandes-pièges en carton ondulé a fait l'objet de nouvelles expériences dans la noyeraie de l'Isère. Des bandes non imprégnées et des bandes traitées : les unes, avec mélange d'huile de paraffine et de beta-naphtol (500 grammes de produit par litre d'huile); d'autres avec un mélange d'huile d'arachide et de beta-naphtol; d'autres enfin avec un mélange d'huile de paraffine et d'alpha-naphtylamine, ont été placées en diverses plantations de la commune de Tullins (Isère) et d'une localité voisine. Les bandes ont été relevées

en octobre et examinées : les unes à la fin du même mois; les autres, au début du mois d'avril de l'année suivante. Les résultats des comptages sont les suivants :

Bandes non imprégnées examinées en octobre : l'examen a porté seulement sur les cocons visibles extérieurement dans les rainures. La moyenne des prises, non compris les chenilles réfugiées à l'intérieur des deux feuilles constituant le carton ondulé, est de vingt par arbre. Pour un total de 215 chenilles observées sur 11 bandes, je n'ai trouvé que deux enveloppes nymphales appartenant à des Carpocapses qui ont évolué vers une deuxième génération.

Bandes de carton imprégnées avec le mélange d'huile de paraffine et d'alpha-naphtylamine. — Les bandes provenaient d'une plantation de noyers de Tullins comme les précédentes : la moyenne

Fig. 3. — Cocons de chenilles hibernantes de Carpocapse à l'intérieur d'une bande-piège en carton ondulé placée sur jeune pommier à écorce lisse.

des prises a été sensiblement la même que sur les bandes non imprégnées. La proportion des survivantes a été inférieure à 2 p. 100.

Bandes de carton imprégnées avec mélange d'huile d'arachide et de beta-naphtol. — La moyenne des prises n'a été que de quinze chenilles par arbre et la proportion des survivantes s'élevait à plus de 10 p. 100. Les bandes provenaient de la même localité que les précédentes.

Bandes de carton imprégnées avec le même mélange mais placées dans une plantation de Morette, localité voisine de Tullins; les prises ont été deux fois plus élevées et la mortalité déterminée au début du mois d'avril peut être évaluée à 97 p. 100 du total des chenilles capturées.

Bandes de carton imprégnées avec le mélange d'huile de paraffine et de beta-naphtol. — La moyenne des prises s'est élevée à 43 chenilles par arbre et la mortalité, au début du mois d'avril, à près de 97 p. 100; les bandes provenaient de la même localité que les précédentes.

Bandes imprégnées avec le mélange d'huile de paraffine et d'alpha-naphtylamine. — La moyenne des prises par arbre n'a été que de 13 et la mortalité a dépassé 98 p. 100.

De ces diverses constatations il résulte :

1° Que le mélange d'huile et de beta-naphtol ou d'alpha-naphtylamine ne diminue pas sensiblement le pouvoir attractif des bandes pour les chenilles, les différences constatées dans le nombre des prises ayant pour cause principale, les variations assez importantes qui se manifestent d'une localité à l'autre et même d'une plantation à une autre dans la même localité, dans le taux de parasitisme de la récolte;

2° Que le beta-naphtol et surtout, l'alpha-naphtylamine, produits expérimentés depuis plusieurs années en Amérique, ont une action toxique très marquée, bien qu'assez lente, sur les chenilles de Carpocapse.

L'utilisation de ces produits présente un certain nombre d'avantages. Les bandes imprégnées peuvent être mises en place de bonne heure, dès le début de juillet par exemple et laissées sur les arbres jusqu'en hiver; les produits agissent sur les chenilles évoluant vers une deuxième génération comme sur les chenilles hibernantes. Malheureusement la destruction des chenilles entraîne également celle des auxiliaires parasites. La méthode la plus rationnelle consisterait à mettre en place les bandes non imprégnées dès le début de juillet et à les relever une première fois au début du mois d'août afin de détruire les chenilles dont un certain nombre donneraient naissance à des papillons de deuxième génération; puis, définitivement, en octobre. Au lieu de les brûler immédiatement, il y a avantage à les conserver jusqu'au mois de mai afin de laisser éclore les Hyménoptères et Diptères parasites et de favoriser ainsi la destruction naturelle des Carpocapses par les auxiliaires entomophages.

En complétant la méthode des bandes-pièges par d'autres mesures d'application facile et peu coûteuses comme le ramassage des fruits véreux tombés à terre avant la sortie des chenilles, la destruction des papillons éclosant dans les fruitiers ou mieux, la condamnation des locaux servant de fruitiers par grillage des ouvertures, enfin le nettoyage mécanique du tronc des arbres, on peut espérer réduire considérablement les dégâts causés par le Carpocapse. Mais ces mesures ne constituent cependant que des traitements de complément, les traitements de base étant constitués par les pulvérisations de bouillie arsénicale.

Causes naturelles de destruction des Carpocapses.

L'extension des invasions de Carpocapse est freinée par un certain nombre de facteurs naturels qui échappent pour la plupart à notre contrôle et qui exercent leur action à tous les stades de la vie de l'Insecte. Les œufs peuvent être parasités par les Trichogrammes ou détruits par un certain nombre de prédateurs; en étudiant les causes de destruction de la Pyrale du maïs (*Pyrausta nubilalis*) j'ai constaté que les pontes étaient souvent détruites par les larves de *Chrysopa vulgaris* et par un petit Acarien très répandu : *Thrombidium fuliginosum*. Il est fort probable que les pontes de Carpocapse sont également attaquées par ces prédateurs; cependant je n'ai pu le constater avec certitude.

Les parasites entomophages dont les larves se développent dans le corps des chenilles, sont constitués principalement par des Hyménoptères; parmi les espèces les plus fréquemment rencontrées dans la région lyonnaise, on peut citer : *Trichomma enecator* Rossi; *Chelonus* (*Ascogaster*) *quadridentatus* Wesm; *Pimpla inquisitor* Scop.

Les adultes de ces différentes espèces éclosent généralement avant les papillons de Carpocapse.

Les parasites microbiens n'ont pas encore fait, à ma connaissance, l'objet d'une étude particulière. J'ai commencé cette étude en 1937 mais elle est encore trop peu avancée pour faire l'objet de longs développements. Je résumerai donc brièvement les principales observations faites jusqu'ici.

Parmi les parasites microbiens observés à Saint-Genis-Laval en 1937 et 1938, on peut

citer : une Microsporidie appartenant à une espèce nouvelle et que j'ai décrite sous le nom de *Nosema carpocapsae,* un Champignon entomophyte très commun identifié avec *Beauveria globulifera,* une Levure et deux espèces de Bactéries.

Microsporidie. — Déjà en 1936, j'avais constaté la présence de ce parasite chez des chenilles de Carpocapse récoltées à Saint-Genis-Laval, mais la proportion des chenilles parasitées était très faible. En 1937, le nombre de celles-ci a considérablement augmenté au centre du foyer d'infection et le taux du parasitisme s'est élevé à près de 40 p. 100. La même microsporidie a été observée dans d'autres régions du Rhône en particulier dans la vallée de Saône, à Saint-Romain au Mont-d'Or, mais à l'état sporadique.

Le cycle évolutif de *Nosema carpocapsae* présente de grandes analogies avec celui des autres microsporidies parasites d'insectes que j'ai étudiées au cours de ces dernières années et qui appartiennent toutes au genre *Perezia.*

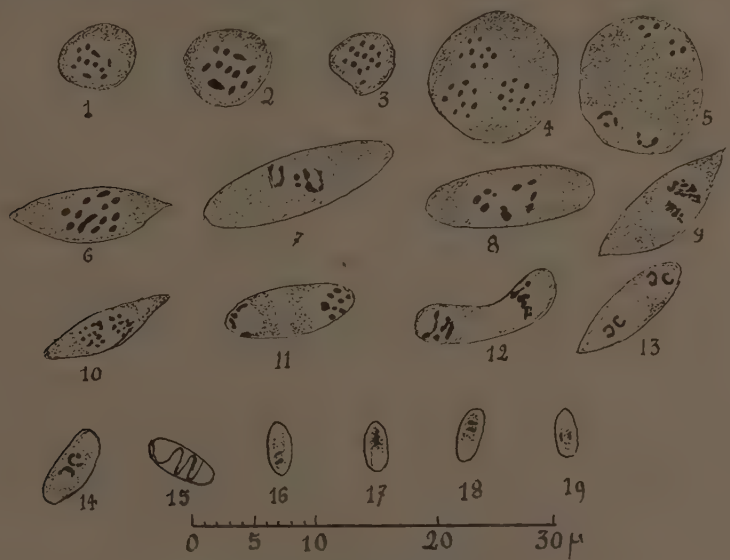


Fig. 4. — *Nosema carpocapsae* nov. sp.
1-5 : stades de schizogonie ; 6-13 : stades de sporogonie ; 14-19 : spores. Frottis coloré au Giemsa.

Les stades végétatifs ou de schizogonie sont représentés par de petits éléments arrondis mesurant de 3 à 4,5 μ de diamètre : ils sont pourvus d'un seul ou de deux noyaux dont la chromatine se présente le plus souvent sous l'aspect de petits grains isolés les uns des autres et noyés dans une substance légèrement colorée en rose par le Giemsa. Autour du ou des noyaux relativement très volumineux, le cytoplasme ne forme qu'une mince couche uniformément colorée en bleu par le Giemsa. On rencontre parfois des éléments parasitaires dont les deux noyaux formés de chromatine condensée sont disposés en grains de café. Les chaînettes à plusieurs éléments et les cellules plurinuclées se rencontrent exceptionnellement.

Les stades de sporogonie sont représentés par des cellules allongées, d'abord renflées dans la région moyenne; à ce moment, elles renferment un ou deux noyaux assez volumineux dont la chromatine est généralement répartie en grains assez bien isolés les uns des autres; ils occupent la partie renflée de la cellule. Le cytoplasme plus clair et moins basophile que celui des schizontes, a tendance à se vacuoliser. Les deux noyaux peuvent émigrer vers les deux pôles de la cellule et s'y diviser : ainsi prennent naissance de véritables pansporoblastes à deux éléments qui caractérisent l'évolution des espèces du genre *Perezia.* Toutefois les panspo-

roblastes à deux double-noyaux se rencontrent plus rarement que chez les *Perezia* vraies dont j'ai étudié plusieurs espèces parasites de *Pieris brassicae* et de *Pyrausta nubilalis*. Il semble donc qu'une partie au moins des sporoplastes se transforment directement en spores sans passer par l'intermédiaire de pansporoblastes. C'est pourquoi j'ai rangé le parasite du Carpocapse dans le genre *Nosema*.

Les spores se présentent sous l'aspect de corpuscules ovoïdes mesurant en moyenne 2 μ sur 4. Elles sont pourvues de deux noyaux formés de chromatine condensée; ces noyaux en forme de bâtonnets courts et trapus, sont généralement allongés côte à côte transversalement dans la partie postérieure du germe; une grosse vacuole est visible dans la partie antérieure. Le filament polaire, très difficile à mettre en évidence, paraît enroulé en spirales autour des noyaux; il se forme à partir d'un grain chromatophile situé au pôle antérieur de la spore.

Nosema carpocapsae peut se multiplier dans la plupart des cellules de l'hôte : les spores sont particulièrement abondantes dans les glandes sécrigènes et les tubes de Malpighi, les cellules adipeuses, les muscles, les œnocytes; on trouve également des nids de parasites plus ou moins nombreux et importants dans les cellules péricardiales, les cellules épidermiques, les cellules de la base des poils et de la capsule génitale; enfin la paroi épithéliale de l'intestin moyen est également infestée, principalement dans la région postérieure; les cellules parasitées sont le plus souvent expulsées dans la lumière du tube où elles laissent échapper les spores qu'elles renferment.

La multiplication des parasites à l'intérieur des cellules ne détermine pas de lésions importantes : les noyaux conservent un aspect normal; seule la couche cytoplasmique se vacuolise en s'hypertrophiant plus ou moins.

Pendant la diapause de l'insecte-hôte, les parasites ne se multiplient pas et se rencontrent uniquement à l'état de spore. Il existe donc un remarquable synchronisme dans le développement de l'hôte et de son parasite. Ce synchronisme constitue d'ailleurs un phénomène assez général et peut être constaté notamment chez le Ver à soie atteint de pébrine : le parasite cesse de se multiplier pendant la diapause de l'embryon, mais reprend sa vie active au moment de l'incubation.

La Nosémiose du Carpocapse, comme celles des Pierides et de la Pyrale du maïs, se propage surtout par l'intermédiaire de l'œuf; c'est ce qui explique la progression assez rapide de la maladie d'une année à l'autre. Il ne semble pas cependant qu'elle représente, actuellement tout au moins, un facteur important de destruction naturelle du Carpocapse.

Beauveria bassiana. — Les chenilles hibernantes de Carpocapse sont assez fréquemment momifiées par un champignon qui, lorsque l'humidité est suffisante, donne naissance à un feutrage blanc abondant à l'intérieur duquel on observe d'innombrables petites rosettes dont les filaments renflés ou phialides portent de petites conidies de forme arrondie. Le champignon cultive bien sur pomme de terre et sur milieux artificiels sucrés; il donne naissance à un feutrage d'abord floconneux, mais la culture prend assez rapidement un aspect farineux; le substratum n'est pas coloré. La présence de phialides et la disposition des conidies en groupes sympodiques, l'aspect farineux du mycélium et l'absence de coloration du substratum dans les cultures sur pomme de terre et gélatine, constituent, d'après Picard, les caractères spécifiques de *Beauveria bassiana*.

Cette espèce est connue surtout comme parasite du Ver à soie et peut être la cause de très graves épidémies; on la rencontre également chez un grand nombre d'autres espèces d'insectes en particulier chez le Ver blanc. Vaney et Conte l'auraient utilisée avec succès en 1893 dans la lutte contre l'Altise de la vigne. G. Arnaud, en 1927, a réussi à infecter très facilement les chenilles de *Pieris brassicae* avec cultures de *B. bassiana* sur pomme de terre, enfin Frederico, en 1928, aurait obtenu de bons résultats contre la Processionnaire du pin avec spores de cultures.

Le champignon pénètre dans le corps au travers de la paroi; j'ai pu observer notamment, chez le Ver à soie, la pénétration des filaments mycéliens issus des conidies germant à la sur-

face du corps à travers la cuticule chitineuse. J'ai constaté d'autre part que les cellules sanguines affluent rapidement dans la région de pénétration du champignon mais ne parvenaient jamais à enrayer la multiplication du parasite.

La mortalité causée parmi les chenilles de Carpocapse par *B. bassiana* varie beaucoup d'une année à l'autre; elle dépend bien plus des facteurs externes (température, humidité, etc.), que du nombre des germes existant naturellement dans le milieu où évolue l'Insecte. Il ne semble donc pas qu'on puisse fonder de grands espoirs sur l'utilisation de cet auxiliaire dans la lutte contre le Carpocapse.

Levures. — En examinant le sang de chenilles de Carpocapse récoltées en septembre dans les pommes véreuses tombées à terre, j'ai constaté assez souvent la présence de Levures

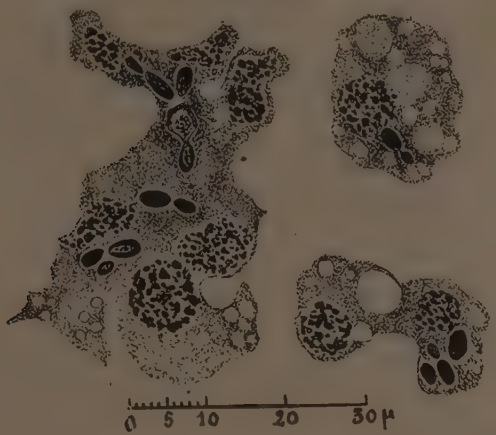


Fig. 5. — Levure parasite de Carpocapse phagocytée par les micronucléocytes. Frottis de sang de chenille inoculée depuis 48 heures avec émulsion de levures de culture. Coloration au Giemsa.

en état de bourgeonnement. Ces Levures cultivent bien sur pomme de terre, carotte et sur milieux artificiels, en particulier sur milieu de Sabouraud où elles donnent naissance à des colonies épaisses pigmentées en rouge. Le rôle pathogène de cette Levure doit être peu important car je n'ai jamais observé de chenilles tuées par elle. D'autre part si l'on inocule des chenilles de Carpocapse ou d'*Euxoa segetum* avec émulsion de Levures de culture, on constate que celles-ci disparaissent rapidement du sang à la suite de phagocytose par les amibocytes, en particulier, par les micronucléocytes, ainsi qu'on peut le constater d'après la figure ci-dessus.

Bactéries. — Deux Bactéries différentes appartenant au groupe des Coccobacilles ont été isolées du sang de chenilles de Carpocapse malades. Ces Bactéries, bien qu'elles soient pathogènes pour les chenilles, ne jouent cependant qu'un rôle secondaire dans la destruction naturelle du Carpocapse et sont incapables de les infecter *per os*.

NOTES

SUR LE VER DES POMMES ET DES POIRES

DANS LE SUD-OUEST,

par J. Feytaud,

Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux,
Directeur de la Station de Zoologie agricole du Sud-Ouest,
Correspondant de l'Académie d'agriculture.

Le Bordelais, où la Vigne tient une si grande place, n'est pas au nombre des régions réputées comme productrices d'autres fruits. On y voit certes beaucoup d'arbres de toutes sortes, plus ou moins épars dans les vignes, les potagers et les prairies, quelquefois alignés en bordure des chemins ou le long des allées charretières, tous emplacements où ils poussent et produisent au gré du hasard, sans être l'objet d'une culture spéciale.

Les vraies plantations fruitières étaient rares jusqu'à présent; elles se constituent peu à peu et tendent à se multiplier grâce à la bonne propagande faite par les services départementaux et les sociétés agricoles, ainsi qu'à la place de plus en plus grande prise par le fruit dans l'alimentation de l'homme. Nos paysans semblent enfin comprendre la valeur du produit; ils commencent à donner sa vraie place à l'arbre qui le porte; ils cessent de le regarder comme un accessoire et le considèrent maintenant comme une nouvelle source de revenu.

Dans cette région s'éparpillent, au milieu du vignoble aux grands crus ou dans son voisinage, des pommiers, poiriers, pruniers, pêchers et cerisiers. On les voit distribués de même en Périgord et Bas-Limousin où la grande place revient toutefois aux noyers et aux châtaigniers. Brive est un centre d'expédition autour duquel pruniers, cerisiers, pêchers et pommiers retiennent davantage l'attention; d'Agen à Villeneuve-sur-Lot c'est le Prunier d'Ente qui a la vedette, mais il est concurrencé dans la vallée de la Garonne par le Pêcher, ainsi que par le raisin de table dont le principal centre est la région de Moissac.

La menace du Puceron lanigère étant à peu près écartée depuis quinze ans par la diffusion de l'*Aphelinus mali*, les principales questions phytopathologiques qui demeurent posées dans le Sud-Ouest au point de vue fruitier, outre la défoliation par chenilles fileuses et vertes, outre la mortalité du Pêcher dans laquelle on discrimine peu à peu les différents facteurs, sont l'altération prématurée des pommes et poires sous l'effet de la *Carpocapsa* (*Cydia*) *pomonella* L. et de la Tavelure, la chute précoce des prunes d'Ente sous l'action des vers cordonniers d'*Hoplocampa flava L.*, l'infection des cerises par *Rhagoletis cerasi L.* et, depuis quelque temps, celle des pêches tardives par *Ceratitis capitata* Wied.

En fait, les pommes et les poires n'ont pas seulement à subir les attaques de la Tordeuse. J'ai dit il y a près de vingt ans combien il fallait être attentif au rôle des Tenthrèdes, tout en

faisant aussi quelque place aux Rhynchites et aux Cécidomyies. C'est ainsi qu'à Baurech, en 1919, les pommes Reinette du Canada déjà tombées au début de juillet présentaient les signes d'attaques diverses parmi lesquelles celle des vers cordonniers tenait la première place [1]. Le problème de la conservation de nos fruits à pépins est donc plus complexe qu'il ne paraît tout d'abord. C'est seulement à partir de juillet que s'affirme la prédominance des dégâts de Carpocapse qui affectent tant de pommes et poires pendant l'été et l'automne.

Les essais conduits en Gironde de 1917 à 1919 en liaison avec mes collègues entomologistes et sous l'impulsion de M. Marchal, ont donné lieu de ma part à la publication de deux mémoires dans les *Annales des Epiphyties*. Les conclusions essentielles du second (tome VII) font ressortir : l'importance des dégâts des Hoplocampes, qui précèdent ceux de la Tordeuse; l'existence de deux générations constantes de celle-ci, la première s'attaquant aux fruits de fin mai à fin juillet, l'autre commençant à faire du mal à partir du 15 juillet; la longue durée d'action des bonnes pulvérisations arsenicales du printemps, qui peuvent manifester encore leurs effets sur les chenilles de la deuxième génération; les avantages offerts par la bouillie bordelaise basique à l'arséniate de plomb, grâce à l'action du cuivre contre la Tavelure, maladie sur laquelle l'arséniate lui-même agit dans une certaine mesure; la possibilité de faire le traitement initial (calyx spray) à la fois sur poirier et pommier après la fin de la floraison de celui-ci, c'est-à-dire pendant la première quinzaine de mai.

Depuis ce compte rendu, j'ai fait organiser quelques autres séries d'essais dont les résultats n'ont pas été publiés, mais seulement indiqués dans les rapports annuels sur les travaux du laboratoire. C'est l'impression générale tirée de ces expériences et des remarques faites chez les agriculteurs de la région, qui est l'objet des quelques pages que voici. Les comparaisons de bouillies ont eu pour but de mettre à l'épreuve, dans des conditions identiques, plusieurs formules arsenicales pour juger de leurs effets relatifs. C'est ainsi qu'en 1923, j'ai mis en parallèle l'arséniate triplombique obtenu par double décomposition extemporanée, en mélangeant dans l'eau 1 partie d'arséniate de soude anhydre à 3 d'acétate neutre de plomb, et l'arséniate diplombique préparé sur ma demande pour les besoins de la lutte contre le Doryphore. Il y eut en réalité trois formules: *a*) mélange arséniate de soude-acétate de plomb titrant 11,78 p. 100 d'$As^2 O^5$ et 32,92 de Pb O (90. 6p. 100 triplombique); *b*) pâte américaine contenant 13,85 p. 100 d'$As^2 O^5$ et 34,66 de Pb O (67,7 p. 100 triplombique); *c*) pâte française contenant 8,05 p. 100 d'$As^2 O^5$ et 15,89 de Pb O (91,6 p. 100 diplombique).

Les trois bouillies ont été faites à doses équivalentes en $As^2 O^5$; un premier traitement fut appliqué moins de dix jours après la fin de la floraison, un second deux semaines plus tard.

Les résultats relevés au début de juillet au double point de vue du Ver et de la Tavelure sont les suivants :

Pommes (champ d'expériences de Baurech, applications faites les 5 et 21 mai, variété Reinette du Canada) :

FORMULES.	EXAMINÉES.	VÉREUSES.	VÉREUSES P. 100.	RAPPORT.	NON VÉREUSES mais TAVELÉES.
Témoin.....	256	44	17,18	100	80
a.....	116	4	3,44	20,08	18
b.....	324	17	5,24	30,50	81
c.....	316	5	1,58	9,19	55

Dans une contre épreuve, où l'on a pris des pommes au hasard sur les parties basses de gros arbres, pour trouver 4 véreuses, il a fallu en cueillir 87 en *a*, 198 en *b*, 191 en *c*, tandis qu'il suffisait de 23 sur le témoin.

[1] 18,4 p. 100 des pommes de cette variété ramassées sur le sol le 3 juillet portaient des attaques d'Hoplocampe et 29,3 p. 100 des attaques de Carpocapse.

Poires (champ d'expériences de la Grave d'Ambarès, applications faites le 26 avril et le 17 mai, variétés Clairgeau et Williams) :

VARIÉTÉS.	FORMULE.	EXAMINÉES.	VÉREUSES.	VÉREUSES P. 100.	RAPPORT.	SUR VÉREUSES mais TAVELÉES.
Clairgeau	Témoin	339	21	6,19	100	24
	a	279	4	1,43	23,24	12
	b	225	2	0,89	14,37	12
	c	267	0	0	0	16
Williams	Témoin	426	73	17,13	100	0
	a	250	1	0,4	2,33	0
	b	264	0	0	0	0
	c	235	0	0	0	0

L'efficacité de ce double traitement postfloral, qui est demeuré classique jusqu'aux toutes dernières années, s'affirmait donc bien en 1923, comme en 1918 et 1919, surtout pour les poires, et la supériorité de la nouvelle formule diplombique sur la préparation triplombique précédemment employée s'avérait aussi nettement, comme dans le traitement des pieds de pomme de terre atteints par le Doryphore et des raisins menacés par l'Eudémis [1].

Les arbres de chacun des champs d'expériences étant pour une grosse part laissés sans traitement à titre de témoins, et les plantations voisines étant presque toutes abandonnées aux parasites, il ne s'agissait point d'obtenir autre chose que le résultat immédiat, c'est-à-dire la réduction des dégâts causés par les chenilles de première génération. Il est évident que, dans une région comme la nôtre, avec des plantations éparses et pour la plupart négligées, une intervention locale réduite à ce double traitement ne sauverait pas les fruits tardifs, qui ont à subir les atteintes de la génération d'été, et qu'il faudrait une ou plusieurs applications complémentaires dirigées contre celle-ci pour avoir en définitive un bon résultat pratique.

Nous avons cependant conservé jusqu'en 1933 l'habitude de faire et de conseiller deux pulvérisations arsenicales seulement, une dans les dix jours qui suivent la fin de la floraison du Pommier, l'autre quinze ou vingt jours plus tard, ce qui n'allait jamais au delà de la fin de mai ou des tout premiers jours de juin.

La pulvérisation généralement unique, rarement répétée, prévue contre les chenilles de deuxième génération, était faite au moyen de bouillies nicotinées, dont on aurait du reste tort de sous-estimer la valeur. Celles-ci n'avaient-elles pas donné voici longtemps, avant la guerre, d'excellents résultats contre les insectes défoliateurs des arbres fruitiers, notamment contre les chenilles fileuses, et nos essais sur les œufs de *Cydia pomonella* rapportés en annexe dans le mémoire de 1920 n'ont-ils pas décelé leur action très nette, foudroyante, sur les chenilles en train de naître, tout comme il arrivait pour celles d'Eudémis?

Les agriculteurs qui ont suivi les conseils de la Station ont toujours, comme nous-mêmes, constaté les bons résultats de cette méthode, qu'on doit certainement améliorer d'après les données nouvellement acquises, mais qu'on ne saurait aujourd'hui déclarer inefficace après l'avoir si longtemps reconnue valable.

Ayant toujours constaté le long échelonnement du dépôt des œufs et de la pénétration des jeunes chenilles, pour *Cydia pomonella* aussi bien que pour *Grapholitha funebrana* du Prunier [2], nous n'avons pas été surpris des remarques publiées par des entomologistes américains ou suisses et de l'importance qu'ils donnent aux traitements de couverture par rapport au « calyx spray ». J'estime toutefois qu'il ne faut pas trop généraliser, qu'il ne faut pas exagérer la portée de ces remarques, et qu'on ne saurait condamner comme inopérant le premier traite-

[1] L'arséniate diplombique contre les vers des fruits (*Rev. Zool. agric.*, 1923.)

[2] *Grapholitha funebrana* est l'espèce habituellement en cause dans l'attaque des prunes; il m'est cependant arrivé à diverses reprises de trouver dans ces fruits des chenilles de *C. pomonella*, que j'ai d'ailleurs vues aussi parfois dans des pêches à l'automne.

ment postfloral dont l'efficacité fut reconnue par nous tous lors des essais de 1918-1919. Je persiste à le considérer comme une pratique d'assurance, comme un bon point de départ, et je crois qu'il s'agit simplement de donner plus d'attention qu'autrefois aux traitements tardifs pour ne pas perdre en plein été le bénéfice acquis au printemps. Il est évident qu'en principe on aurait intérêt à traiter les poires et les pommes, tout comme les raisins, aussitôt avant la naissance des chenilles qui doivent y pénétrer, c'est-à-dire pendant la phase d'incubation des œufs.

En 1934, pour préciser l'optimum, j'ai confié à M. Bruneteau la surveillance des sorties de Carpocapse dans les plantations de l'Entre-deux-Mers. Cette surveillance était faite d'une part au moyen de pièges-appâts garnis de cidre ou d'eau mélassée additionnée de benzoate de soude, d'autre part au moyen de cages dans lesquelles on avait enfermé des chenilles ou chrysalides prélevées sous les écorces. On a pu voir cette année-là les premiers papillons se montrer au commencement de mai et leur sortie se poursuivre pendant des semaines jusqu'en juillet, de telle sorte qu'il n'y eut pas d'intervalle entre les périodes d'activité des papillons issus des sujets hivernants et de ceux de la première génération. Les maxima de pontes eurent lieu du 20 au 30 mai pour les premiers, du 20 juillet au 8 août pour les autres.

La floraison des pommiers s'étant achevée le 30 avril, l'application du double traitement habituel (une pulvérisation au début de mai, une vers le 20 mai) fut nettement efficace, mais la deuxième application fut plus active que la première, qui avait été suivie de pluies. D'après les observations relevées par M. Bruneteau, il eût été préférable d'appliquer le premier traitement après le 10 mai, le second après le 25 et d'en appliquer un troisième vers le 10 juin, à l'extrême limite des cinq semaines pendant lesquelles la législation permettait l'emploi des arsenicaux. Il pensait même qu'il eût été judicieux d'en faire deux de plus : au début de juillet et vers le 25 de ce mois, en utilisant un produit différent, la nicotine par exemple.

En 1935, les premiers papillons furent pris vers le 5 mai et la courbe des sorties subit trois montées successives d'intensité croissante : du 8 au 15 mai, du 22 au 28 mai, puis du 15 au 20 juin, époque où des adultes de première génération sortaient à leur tour des chrysalides dans les cages d'observation. Il y avait donc à la fois des papillons provenant de chenilles hivernantes et d'autres issus des chenilles printanières, pendant la période du 2 au 11 juillet où M. Bruneteau constatait la présence du plus grand nombre d'œufs en incubation. Sa remarque se trouvait d'ailleurs confirmée quelques jours plus tard, du 17 au 20 juillet, par l'abondance des pommes véreuses contenant des chenilles âgées de une à deux semaines (59 p. 100 des fruits dans une plantation de Carbon Blanc).

On a du reste noté cette année-là l'avantage offert par des traitements à l'arséniate de plomb appliqués du 5 au 8 juillet sur deux vergers où la protection fut à peu près complète, tandis qu'il n'en fut pas de même pour d'autres sur lesquels on n'avait fait que les trois traitements arsenicaux jusqu'alors admis : à la chute des pétales, puis au bout de deux et de cinq semaines. Or l'arrêté du 22 juillet 1935 a rendu licites les applications tardives pour un grand nombre de variétés de pommes et de poires, puisqu'il réduit l'interdiction aux deux mois précédant la récolte des fruits.

Je constate que les conclusions tirées par M. Bruneteau des observations de ces deux années, faites dans l'Entre-Deux-Mers, lui font considérer comme toujours nécessaire le premier traitement postfloral (calyx spray), qui s'appliquerait sans hâte, vers le 10 mai, de même que le second, retardé jusqu'au début de juin (au lieu de fin mai), tout en lui faisant adopter le principe de trois autres, appliqués vers le 20 juin, au début de juillet et au début d'août. Il s'agirait là, bien entendu, d'un maximum susceptible de préserver la récolte dans les années de forte invasion, mais pouvant être réduit éventuellement à trois applications au lieu de cinq [1].

[1] J. Bruneteau : Considérations sur les traitements des arbres fruitiers (*Revue Zool. agric.*, Bordeaux n°s 1 et 2, 1935).

En fait, tenant compte des conditions régionales ainsi que des habitudes et de l'état d'esprit des agriculteurs de notre région, nous ne pouvons guère, à mon avis et sauf exception, leur faire appliquer plus de trois traitements. Ces traitements seraient de préférence répartis comme suit : le premier (calyx spray) dans la première moitié de mai, une dizaine de jours après la chute des pétales du Pommier, le second trois semaines plus tard, au début de juin, l'autre au début de juillet. Pour les fruits qu'on récolte en août, le troisième serait fait avec une formule à base de nicotine, au lieu d'arsenic. Or, il est évident qu'une précision dans le choix du moment pour les deuxième et troisième applications, et pour une quatrième en cas de besoin, est tout à fait souhaitable. Elle serait obtenue par observation locale de l'activité des papillons et de leurs pontes, qui sont le prélude de la naissance des chenilles dont on recherche l'empoisonnement. Il s'agit de copier en somme ce qui se fait déjà pour la détermination des moments favorables au traitement des grappes contre Eudémis et Cochylis.

On surveillera d'une part l'éclosion des imagos de *Cydia pomonella* dans des cages où l'on aura tout d'abord emprisonné des chenilles ou des chrysalides prélevées à l'entour, d'autre part les captures de ces papillons dans des pièges-appâts garnis d'un liquide attractif tel que cidre ou eau mélassée en fermentation, et l'on pourra constater aussi le dépôt des œufs en se servant d'une bonne loupe. Ces opérations semblent à vrai dire plus délicates ici qu'au vignoble, pour plusieurs raisons : l'échelonnement des métamorphoses et des sorties de papillons, tant de la génération hivernale que de celle du printemps, est en général beaucoup plus long pour la Tortricide des pommes et poires que pour celles du raisin; les formules d'appât sont moins bonnes et la capture de papillons dans les pièges plus aléatoire; les œufs sont en partie fixés sur les feuilles, de sorte que l'examen des fruits ne donne pas une impression exacte de leur nombre.

Quoi qu'il en soit, il convient d'organiser des postes d'observation aussi nombreux que possible pour les Carpocapses, comme on le fait pour la Cochylis et l'Eudémis, et cette organisation peut être faite dans des conditions analogues, c'est-à-dire sur l'initiative ou sous le couvert de la Station régionale d'Avertissements agricoles, qui est apte à guider les observateurs, à faire entre eux la liaison et à tirer de leurs notes des indications plus précises en même temps que des données générales d'une grande utilité.

ANNEXE.

Je signale que des essais de démonstration de traitements aux huiles blanches ont été organisés en 1938 par les directeurs des Services agricoles des Hautes et des Basses-Pyrénées, MM. Gaye et Douence, après entente avec la Station de Zoologie agricole du Sud-Ouest à laquelle ont été soumises les captures de papillons faites dans les pièges-appâts.

Parmi les plantations des Hautes-Pyrénées où furent effectués des traitements, seule celle de Saint-Pé donna lieu à un contrôle. Les captures de Carpocapses dans les pièges témoins y furent insignifiantes : 1 papillon le 1er juin à la suite de deux journées relativement chaudes et d'un orage, 2 le 20 juillet, 1 le 22 et 1 le 8 août. Grâce au traitement (4 pulvérisations) on n'a eu que très peu de fruits véreux, moins de 2 p. 100.

Dans les Basses-Pyrénées, à Escos, la récolte a été presque complètement détruite par la gelée et les pièges-appâts n'y ont pris aucun papillon. Les traitements aux huiles blanches, avec ou sans addition de nicotine, ont eu lieu le 7 mai, le 3 juin et le 12 juillet. Les pommiers traités ont paru conserver leur feuillage beaucoup plus tard et ont eu beaucoup moins de fruits véreux que les autres. A Gan, où l'invasion semblait moins forte que les années précédentes, — la proportion des fruits véreux pour les pommiers non traités n'excédant guère

30 p. 100 sur les arbres et 50 p. 100 sur le sol, — les traitements ont eu lieu le 30 mai, le 14 juin, le 18 juillet et au début d'août (ce dernier défectueux, constamment interrompu par la pluie).

Dans la première série, il s'agissait d'une formule huile blanche arsenicale, et dans la seconde d'une bouillie nicotinée; les résultats constatés sont les suivants :

		FORMULE.	NOMBRE de TRAITEMENTS.	POURCENTAGE de FRUITS VÉREUX. Arbre traité.	Témoin.
		—	—	—	—
Pommiers.....	Calville rouge....	Arsenic.....	3	10 p. 100	25 p. 100
	Reinette Canada..	Arsenic.....	4	12 —	90 —
		Nicotine.....	4	8 —	40 —
	Reinette grise....	Arsenic.....	4	4 —	
		Nicotine.....	4	10 —	22 —
	Reinette rose.....	Arsenic.....	4	5 —	40 —
		Nicotine.....	4	8 —	30 —
Poirier.....	Beurré Hardy.....	Nicotine.....	4	4 —	15 —

Franchement positif dans tous les cas, le résultat de ces essais n'a pas été, me semble-t-il, aussi bon qu'il aurait dû l'être avec quatre applications. Cela tient certainement en partie à l'outillage précaire dont on disposait (pulvérisateur à dos d'homme), mais sans doute aussi pour une bonne part à la date trop tardive du premier traitement, qui eut lieu seulement le 30 mai, longtemps après la fin de la floraison, et au choix imprécis des moments du second et du troisième, choix pour lesquels on manquait de données, à défaut de prises de papillons.

LE CARPOCAPSE

DANS LA RÉGION D'AVIGNON DE 1933 À 1937,

par P.-H. Joessel,

Directeur du Laboratoire de Pathologie végétale
de la Station d'Agronomie et de Pathologie végétale d'Avignon.

Les premiers essais de traitements contre le Carpocapse faits en France donnèrent des résultats si encourageants que la plupart des techniciens considèrent le problème comme définitivement résolu. La presse agricole, comme conséquence, propagea cette notion qu'avec deux pulvérisations arsenicales effectuées l'une à la chute des pétales, l'autre une quinzaine de jours plus tard, il était possible de réduire à presque rien la proportion de fruits véreux. Une telle opinion était parfaitement en accord avec la réglementation en vigueur depuis 1916 sur l'utilisation des produits arsenicaux, autorisée sur les fruits à pépins jusqu'à cinq semaines après la floraison. Et l'on parla même d'aller jusqu'à interdire la vente des fruits véreux, de manière à secouer l'inertie des arboriculteurs, les pouvoirs publics commençant à s'inquiéter devant la désaffection, de jour en jour plus grande, du consommateur pour nos fruits indigènes. Mais l'application dans la pratique de la méthode préconisée, si elle devait dans certains cas donner satisfaction, se révélait à la longue, dans l'ensemble du pays, comme nettement insuffisante. Nous fûmes parmi les premiers à nous en rendre compte dans les circonstances suivantes : Questionné, peu après notre arrivée à Avignon, par un certain nombre d'arboriculteurs nous demandant comment lutter contre le ver des fruits, nous leur répondîmes qu'en effectuant les deux traitements en question, ils assureraient une préservation suffisante de leur récolte. Persuadé de la justesse des idées qui régnaient alors et ne doutant pas du succès, nous proposâmes même à M. Tacussel, Président de l'Office Agricole départemental, de faire à titre démonstratif les deux traitements nécessaires dans ses propriétés de l'Isle-sur-Sorgue et de Vaucluse, offre qui fut immédiatement acceptée.

Les premiers résultats que nous constatâmes à l'Isle-sur-Sorgue sur des pommiers de la variété *Reinette grise,* une quinzaine de jours après la seconde application, nous remplirent d'une intense satisfaction et devaient nous valoir les félicitations du propriétaire. Alors que les arbres témoins étaient couverts, de la naissance des branches à la cîme, de nombreuses bourses d'hyponomeutes et que le feuillage était en grande partie dévoré, celui des arbres traités était indemne et les nids de chenilles absents. Aussi, revoyant les arbres un mois plus tard, notre déception n'en fut-elle que plus vive lorsque nous pûmes observer que le nombre de pommes tombées à leur pied était sensiblement identique pour les deux catégories.

Dans la propriété de Vaucluse, sur poirier *Williams,* le pourcentage de fruits véreux constaté à la récolte se montra à très peu près le même sur les arbres traités et sur les autres.

D'autre part, un propriétaire des environs d'Avignon, M. Bellicard qui, sur nos conseils, avait exécuté les mêmes traitements, n'obtenait pas de résultats meilleurs. Nous devons ainsi au Carpocapse une des plus cruelles désillusions de notre carrière.

Ce fait personnel, que nous nous excusons d'avoir évoqué, traduit bien la croyance presque générale régnant alors sur l'efficacité de la méthode de lutte préconisée : l'essentiel étant, pensait-on, de garnir abondamment du toxique l'œil du fruit, « point de pénétration obligatoire de la chenille ».

Même après cet échec, que nous crûmes pouvoir expliquer par l'entrée en jeu de la deuxième génération de l'insecte [4], nous restâmes encore persuadé du bien-fondé des notions exposées sur la biologie du Carpocapse dans les manuels élémentaires, les seuls dont nous disposions alors, et sur les moyens à mettre en œuvre pour préserver les fruits de ses atteintes. Il nous a fallu, les deux années suivantes, collectionner les insuccès pour que le doute enfin s'introduisit en notre esprit et nous décidat à entreprendre des recherches sur le comportement de l'insecte dans notre région et la manière de l'y combattre que nous exposons dans le présent mémoire.

Biologie du Carpocapse dans la région d'Avignon.

Difficultés que représente cette étude. — Le Carpocapse est extrêmement commun dans la région d'Avignon, mais l'étude de son cycle évolutif y présente certaines difficultés particulières. Le pommier, dont le fruit est l'habitat de prédilection de sa chenille, n'y est que fort peu cultivé et en individus le plus souvent isolés, dispersés çà et là. Or, c'est incontestablement sur cet arbre qu'il est le plus facile de se procurer, par le grattage des écorces ou au moyen des ceintures pièges, les nymphes et chenilles en diapause nécessaires.

La chasse sous les écorces du poirier est beaucoup moins fructueuse, le tronc de cette espèce fruitière, beaucoup moins lisse que celui du pommier, ne permet pas la capture d'un aussi grand nombre d'insectes au moyen de ceintures. Les multiples abris de cyprès ou de cannes, nécessaires pour garantir du vent les vergers, offrent par ailleurs aux chenilles de sûrs refuges qu'elles savent mettre à profit, mais où il est difficile de les trouver.

D'autre part, dans la basse vallée du Rhône, on cultive surtout des variétés précoces ou de moyenne saison dont les fruits sont le plus souvent enlevés avant que la chenille ait pu y achever son développement. Les fruitiers qui lui assurent un excellent lieu d'hivernage, y sont fort rares car les fruits sont presque toujours vendus immédiatement après la récolte.

Nombre de générations et allure des vols. — Nos observations sur la biologie du Carpocapse, n'ont donc pu porter que sur un nombre relativement faible d'insectes. Elles nous permettent, toutefois, de dire que le cycle évolutif de l'espèce dans notre région ne paraît pas présenter de grandes différences avec celui qui a été déterminé avec précision par Bovey en Suisse (7), Paillot, dans la région lyonnaise (42-44) et Soulié (59) dans le Puy-de-Dôme. L'on observe habituellement deux générations dont la seconde n'est que partielle : un certain nombre de chenilles de la première, leur développement achevé, entrant en diapause pour ne donner de papillons que l'année suivante. Un tel comportement n'est pas seulement le fait de chenilles nées tardivement car nous avons pu constater, qu'une larve ramassée le 6 juillet 1935, dans une des premières poires de la variété Giffard arrivées à maturité — variété qui est elle-même une des premières attaquées par l'insecte — ne devait donner de papillons que le 2 juin de l'année suivante. Il paraît donc douteux qu'il puisse y avoir une troisième génération comme en Italie, dans la région de Vérone, tel que l'établissent les recherches de Malenotti (38).

L'apparition des papillons dans la nature, ne doit guère débuter avant le mois de mai. Dans notre verger d'essais, au moyen de pièges remplis de jus de pomme en fermentation ou de lie de cidre, nous avons capturé les premiers le 20 mai en 1935, le 3 juin en 1936 et le 13 mai en 1937. Toutefois, des chrysalides conservées au laboratoire ou dans des lieux

clos devaient nous donner des papillons avant nos premières captures à l'extérieur, parfois dès fin avril. En 1936, année même caractérisée par l'apparition très tardive de l'insecte, nous devions déjà observer, le 17 avril, 1 papillon volant à l'intérieur d'un local où nous étions en train d'examiner des poires *Williams* provenant de l'Amérique du Sud. Nous supposons que cet insecte était sorti de l'emballage de ces fruits où il avait élu domicile et dans lequel il avait dû traverser l'Atlantique. Mais, le 14 mai, nous en capturions deux autres, incontestablement indigènes cette fois, dans le hangar où se faisait l'année précédente le triage et l'emballage des fruits. Le premier papillon de nos élevages ne devait pas éclore avant le 2 juin, précédant de vingt-quatre heures seulement, les premières captures dans les pièges.

Les papillons de deuxième génération (provenant des chenilles de la première) commencent à voler à partir de la seconde quinzaine de juillet. C'est ainsi qu'en 1938 les papillons issus de deux chenilles s'étant développés dans des abricots de la variété Luizet, récoltés à Avignon

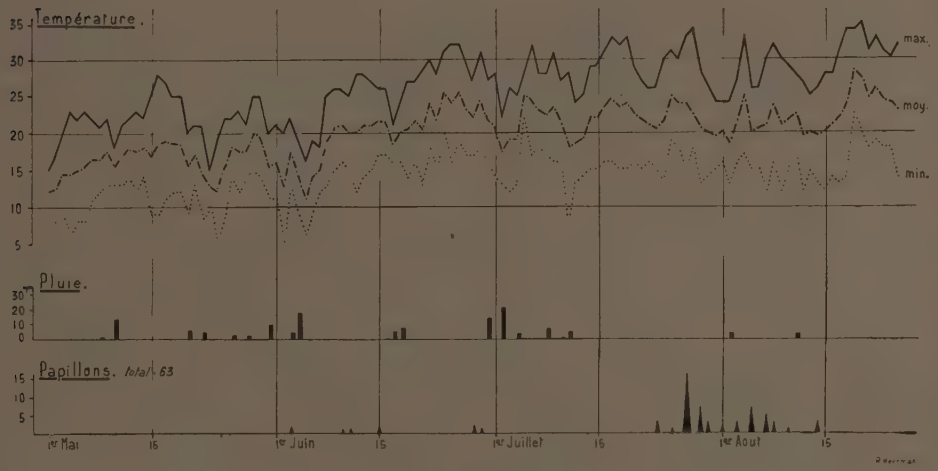


FIG. 1. — Vols du Carpocapse en 1936.

le 5 juillet et qui à cette date avaient commencé le tissage de leur cocon, ont fait leur apparition le 24 du même mois. Deux nymphes et une chenille, ramassées sous une même bande-piège disposée autour du tronc d'un pommier, à Bédarrides, le 10 juillet, donnèrent leur papillon, les nymphes le 19 et le 23, la chenille le 28. Une nouvelle visite à Bédarrides le 24 juillet, nous permit de récolter; soit sous 2 bandes-pièges, soit par grattage des écorces de 2 pommiers, 25 larves et nymphes. Parmi elles :

5 se transformèrent en papillons à la fin du mois ou dans le courant d'août, soit	20 p. 100
4 chenilles restèrent en diapause	— 16 p. 100
6 chenilles moururent, dont 1 tuée par un champignon entomophyte	— 24 p. 100
7 nymphes moururent, la plupart tuées par des Hymenoptères parasites non encore déterminés	40 p. 100

Les graphiques 1, 2 et 3 donnent respectivement l'allure des vols des papillons du Carpocapse telle qu'elle a pu être établie au cours des années 1936, 1937 et 1938 par les captures réalisées au moyen de 5 pots-pièges. Les 2 premiers présentent dans l'ensemble, de remarquables analogies avec ceux qui ont été dressés dans le Puy-de-Dôme en 1934 et 1935 par

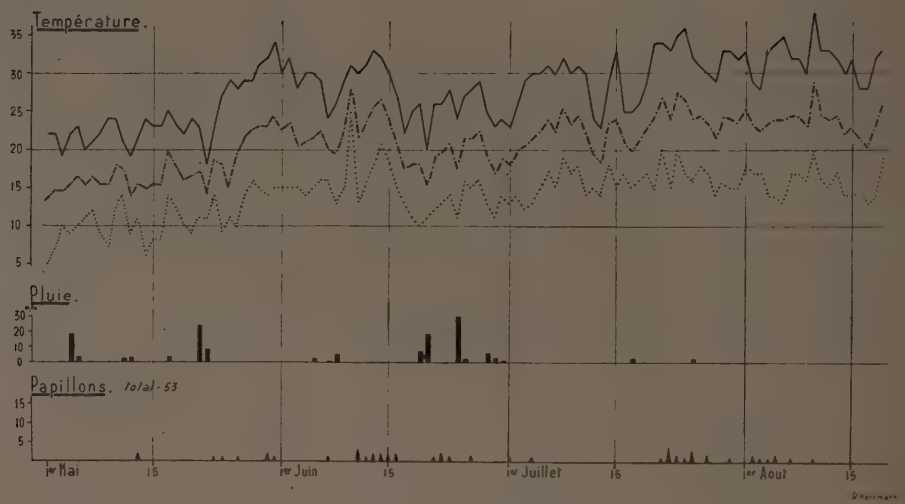


Fig. 2. — Vols du Carpocapse en 1937.

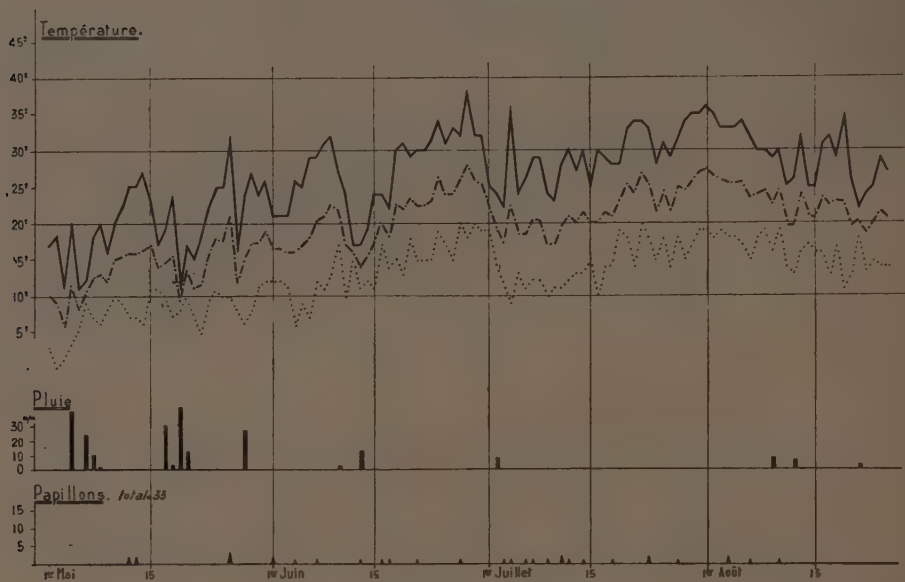


Fig. 3. — Vols du Carpocapse en 1938.

Soulié et nous montrent l'existence de 2 vols distincts séparés par une période plus ou moins longue pendant laquelle aucune prise d'insecte ne s'est produite [1].

Ces graphiques, toutefois, sont sensiblement différents entre eux. En 1936, le premier vol a débuté tard, le 3 juin, pour se terminer le 29 du même mois, avec une très faible quantité

[1] Il est possible que la diminution du nombre de papillons capturés soit la conséquence de l'exécution régulière des traitements pratiqués sans interruption depuis 1931. Nous devons, toutefois, ajouter que dans les vergers de la région d'Avignon les attaques de Carpocapse ont été moins importantes en 1938 que les années précédentes.

d'insectes dans les pièges (9 au total), séparé par un long temps de latence d'un deuxième vol beaucoup plus important (54 papillons capturés du 23 juillet au 14 août), avec certains jours un nombre de prises très élevé. En 1937, le premier vol a commencé beaucoup plus tôt, le 13 mai, et s'est poursuivi jusqu'au 4 juin — pendant une période beaucoup plus longue par conséquent — avec un total de 31 papillons pris, séparé par une quinzaine de jours seulement d'un deuxième vol marqué par la capture de 22 papillons.

Ces deux graphiques sont, au contraire, très différents de ceux qui ont été dressés en Anjou par Moreau et Vinet (35-36-37) et par Pivert (47) où les prises de Carpocapse se continuent d'une manière ininterrompue de la mi-mai à la fin d'août.

En 1938 le vol du Carpocapse a présenté une allure très différente de celle des deux années précédentes. Si le nombre total des prises a été beaucoup plus faible : 33 au lieu de 63 et 53 [1], leur répartition dans le temps a été beaucoup plus régulière. Notre graphique 3 se rapproche ainsi très sensiblement de ceux dressés dans l'Ouest de la France.

Comme dans la plus grande partie de la France et en Suisse, l'apparition des premiers papillons n'a eu lieu qu'une quinzaine de jours au plus tôt après la floraison des pommiers — celle-ci se poursuivant généralement dans notre région pendant la deuxième quinzaine d'avril — et plus d'un mois après la fin de celle des poiriers qui se produit, presque tous les ans, pendant les derniers jours de mars et les premiers jours d'avril.

Mais, plus encore que le début du premier vol, il importe de connaître, pour la défense, l'époque où commencent les dommages des chenilles. La ponte ne pouvant avoir lieu que si la température au crépuscule est au moins égale à 15°, un intervalle très variable peut exister entre l'apparition du premier papillon et l'éclosion du premier œuf. Depuis 1933, nous avons surveillé avec le plus grand soin dans notre verger d'essais d'Avignon, toujours sur le même poirier de la variété Beurré-Giffard, la date des premières pénétrations des chenilles dans les fruits. Celles-ci ont été constatées : en 1933, le 1 juin; en 1934, le 27 mai; en 1935, le 29 mai; en 1936, le 10 juin; en 1937, le 30 mai.

En 1938, cet arbre ayant été arraché l'hiver précédent, nos observations eurent lieu sur un autre poirier de la même variété et situé dans la même propriété. Les premières attaques sur fruits y furent constatées le 5 juin. Mais, sur un pommier, à Montfavet, nous avions déjà pu, 9 jours plus tôt, remarquer la présence de quelques fruits véreux. Dans le même verger, le même jour, malgré d'actives recherches nous ne pouvions encore observer aucune attaque sur poires.

Facteurs conditionnant l'importance des attaques. — Le pourcentage de fruits véreux est très variable suivant les années. Sur deux poiriers de la variété *Beurré Giffard,* conservés comme témoins au cours de nos essais poursuivis de 1933 à 1937, il a été le suivant :

	ARBRE N° 1.		ARBRE N° 2.	
ANNÉES.	TOTAL des fruits.	P. 100 des fruits véreux.	TOTAL des fruits.	P. 100 des fruits véreux.
1933.....	762	24,8	1.391	35,1
1934.....	262	94,6	152	89,5
1935.....	385	41,0	513	33,3
1936.....	816	43,8	1.178	21,8
1937.....	40	72,5	23	73,9

L'importance des attaques, en effet, dépend d'un nombre élevé de facteurs agissant concurremment, parmi lesquels les conditions climatiques, l'entrée en jeu des ennemis naturels de l'insecte, la nature de l'espèce et de la variété de la plante hôte, l'abondance plus ou moins grande de la récolte.

L'influence des facteurs climatiques a été étudiée avec beaucoup de soins aux États-Unis, notamment par Glenn (17) et Shelford (55.). En France, Balachowsky et Viennot-Bourgin (2-3), Soulié (59) ont également enrichi nos connaissances sur ce point. L'apparition des papillons au printemps a lieu d'autant plus tôt que la température est plus élevée. Pour que le dépôt des œufs s'effectue au crépuscule, il est nécessaire que la température dépasse 15° C. La durée de l'évolution de la chenille est également sous l'étroite dépendance des conditions météoriques.

De nombreux parasites attaquent le Carpocapse à l'état d'œuf, de chenille et de chrysalide et contribuent à freiner sa multiplication. Pussard (48), puis Soulié (59), constatèrent la momification par un champignon du genre *Beauveria* d'un nombre important de chenilles hivernant sous les écorces. Ces chenilles sont également très exposées à être détruites par les forficules. Les quelques observations que nous avons pu faire dans la région d'Avignon montrent que le pourcentage de chenilles et de nymphes tuées est fort élevé.

Dans un travail précédent (22), nous avons déjà fait part de nos premières observations sur l'influence exercée par l'espèce et la variété de la plante hôte sur l'importance des attaques, observations que nous avons pu compléter par la suite. Le pommier, dans la région d'Avignon, est certainement l'arbre qui présente, d'une manière générale, la plus forte proportion de fruits véreux. Comme partout ailleurs, le Carpocapse nuit à sa culture en diminuant d'une part la récolte et, d'autre part, en la dépréciant. Les fruits attaqués tôt en saison par l'insecte tombent prématurément avant de murir et d'atteindre leurs dimensions normales; les fruits attaqués plus tard parviennent à maturité, mais la présence du ver diminue sensiblement leur valeur marchande [1].

Les pêches ne sont guère attaquées que les années de grande invasion, quand les fruits à pépins sont peu abondants et dans les régions où fruits à pépins et fruits à noyau sont plantés concurremment. La présence de la chenilles du Carpocapse dans les abricots est tout à fait exceptionnelle dans les régions du Vaucluse, comme celles du Barroux et de Suzette, où l'abricotier est presque la seule espèce fruitière cultivée. Par contre, les mêmes fruits présentent un fort pourcentage de véreux à Avignon et à Villeneuve, centres adonnés surtout à la culture du poirier. Le prunier et le noyer sont peu cultivés dans le Vaucluse; comme dans le reste de la Vallée du Rhône leurs fruits sont activement mis à profit par les chenilles pour leur établissement.

Parmi les variétés de poirier, espèce qui se classe immédiatement après le pommier quant à l'importance habituelle des attaques, de grandes différences de sensibilité peuvent toutefois être notées, sans qu'aucune d'entre elles ne se soit montrée d'une résistance absolue. Par suite de leur époque de maturité, suivant d'assez près l'apparition des premières chenilles, les variétés précoces sont moins exposées en général aux attaques de l'insecte que les variétés de demi-saison ou tardives. Le pourcentage de fruits véreux sur *Beurré-Giffard,* variété qu'il y a lieu pourtant de considérer comme très sensible, est habituellement moins élevé que celui que l'on peut constater la même année sur *Williams,* dont la maturité ne se produit guère que de quatre à six semaines plus tard. A Villeneuve-les-Avignon, en 1933, il était de 8,7 p. 100 en moyenne sur des arbres de la première variété et de 32,2 p. 100 sur un arbre de la seconde.

Dans la région d'Avignon, en plus de sa floraison normale, la variété *Dr Jules Guyot* continue à donner tous les ans des fleurs pendant la plus grande partie de la belle saison, fleurs dont un certain nombre évoluent en fruits au cours de l'été. A la récolte régulière qui a eu lieu à la fin de juillet ou au début d'août, succèdent fin août et septembre d'autres petites récoltes, non toujours négligeables, de fruits tardifs, plus petits et différents sensiblement par leur forme des fruits normaux mais susceptibles néanmoins de paraître sur les marchés. Or, sur les arbres non traités, la proportion de ces fruits tardifs habités par le ver est presque tous les ans voisine de 100 p. 100 alors qu'elle est généralement loin d'atteindre ce chiffre sur

[1] Nos observations, très restreintes, malheureusement, n'ont pu porter que sur des pommes de moyenne saison et tardives, appartenant surtout à des variétés locales.

les fruits de la récolte normale. Ce facteur, pourtant, est beaucoup moins important que la sensibilité propre de la variété, sous la dépendance elle-même de plusieurs éléments comme l'épaisseur de l'épicarpe, la forme du fruit, l'attraction plus ou moins grande exercée sur les papillons femelles au moment de la ponte.

Si la chenille du Carpocapse peut se rencontrer dans des poires encore très vertes — nous avons observé déjà en août des *Passe-Crassane* véreuses — elle semble néanmoins marquer une préférence pour celles qui ne sont pas trop éloignées de leur maturité. Au cours de ces quatre dernières années, nous avons pu constater, en effet, que les premières contaminations des fruits de la variété *Monsallard* ne se produisaient guère que vers la fin du mois de juin, soit près de trois semaines après celles des poires de la variété *Beurré-Giffard*. En 1938, les premiers fruits véreux sur *Williams* n'ont été observés qu'une dizaine de jours après les premières attaques sur *Beurré-Giffard*.

A titre d'exemple, nous donnons ci-dessous le pourcentage moyen de fruits véreux noté sur l'ensemble des arbres non traités de ces deux variétés dans notre verger d'essais d'Avignon au cours des années 1934 à 1937.

ANNÉES.	BEURRÉ-GIFFARD.	MONSALLARD.
1934.....	90,5	65,2
1935.....	36,5	60,0
1936.....	30,8	24,5
1937.....	73,0	18,0

Si nous exceptons l'année 1935, caractérisée par une faible récolte de la variété *Monsallard*, suite d'une floraison déficiente et d'une abondante chute de jeunes fruits sous l'action du vent, nous pouvons constater que, malgré sa maturité d'environ un mois plus tardive que celle de la *Giffard*, cette variété a présenté un pourcentage de fruits véreux nettement inférieur à celui de la seconde. Elle semble donc être bien moins sensible que celle-ci aux attaques du Carpocapse.

Comme conséquence, cet insecte se rend surtout nuisible en dépréciant la qualité et moins en diminuant la quantité de la récolte, à l'inverse de ce qui se produit dans le cas du pommier dont un grand nombre de fruits habités par la chenille tombent longtemps avant d'avoir atteint leur grosseur normale.

Et même, la chute anticipée des poires atteintes ne se produit guère sur les variétés hâtives et de moyenne saison, celles qui, en Provence, sont le plus habituellement cultivées en culture commerciale; leur maturité se poursuit normalement, la présence de la chenille n'ayant pas d'autre effet que de la hâter. Sur les variétés très précoces même, comme la *Saint-Jean* et la *Giffard*, dont la récolte est vendue d'autant plus cher qu'elle paraît plus tôt sur le marché, les fruits véreux, parce que murissant les premiers, réalisent au début de la saison des cours plus élevés que ceux qui seront pratiqués un peu plus tard pour les fruits sains. Dans ce cas, la perte de récolte qui peut résulter pourtant des attaques du Carpocapse est moins due directement à cet insecte lui-même qu'au *Monilia* dont la pénétration dans le fruit est rendue possible par les trous d'entrée et de sortie de la chenille.

Dans notre verger d'essais d'Avignon, ou dans notre verger particulier, en ne considérant que des variétés murissant approximativement à la même époque, nous avons pu constater que *Beurré-Giffard* est beaucoup plus attaqué que *Claude-Blanchet* et *Coloré-de-juillet*, *Williams* que *Monsallard*, *Beurré-Clairgeau* que *Curé*. Malgré sa maturité tardive, cette dernière ne présente habituellement qu'une assez faible proportion de fruits véreux, très inférieure à celle des variétés murissant plus tôt en saison.

La forme du fruit joue un rôle dans la nature des attaques, Feytaud (15) avait déjà constaté que tandis que les poires *William* étaient habituellement attaquées au creux du calice, sur les *Beurré-Clairgeau* l'entrée avait lieu plutôt à l'extérieur du calice, dans le sillon formant col autour de lui, ou vers le tiers inférieur de la longueur du fruit, non loin du pédoncule. Nous avons, personnellement, pu observer que l'inclinaison de ce dernier, qui va fréquem-

ment jusqu'à former un angle de 90° avec l'axe du fruit dans les variétés *Dr Jules-Guyot* et *Marguerite-Marillat,* favorise sur ces dernières les introductions à son voisinage en lui permettant de servir de point d'appui à la chenille pour son travail de forage.

De grands écarts peuvent exister dans le même verger entre le pourcentage de fruits véreux présentés respectivement par les différents arbres d'une même variété. Ils paraissent dûs aux influences locales pouvant s'exercer, comme la situation occupée dans le verger, l'éclairement, l'abondance des fruits, la répartition de ces derniers sur de nombreuses bourses ou, au contraire, leur concentration en un petit nombre de bouquets. Mais, en année de forte invasion, ces écarts tendent à s'atténuer de même que ceux que présentent les arbres de variétés différentes. C'est donc surtout l'abondance plus ou moins grande de la récolte qui conditionne l'importance relative des attaques. Les années, comme 1934, où les fruits sont rares, la proportion de véreux devient naturellement très élevée.

Essais poursuivis. [1]

Nous nous sommes proposés : D'étudier l'influence du nombre de traitements effectués sur la proportion de fruits véreux. — De mettre en parallèle l'efficacité de différents arséniates. — D'essayer comparativement un certain nombre de produits susceptibles d'être utilisés en remplacement des arsenicaux, notamment pour l'exécution des traitements devant précéder de peu la récolte. — De voir l'intérêt présenté par l'addition de mouillants ou d'adhésifs à quelques-unes des formules pouvant être employées.

Influence du nombre de traitements effectués.

1933. Essais sur Poirier *Beurré Giffard.* (Verger de M. Dufour à Avignon.)— Trois arbres ont reçu successivement trois pulvérisations, les deux premières effectuées avec une bouillie bourguignonne à 1 p. 100 de sulfate de cuivre par hectolitre additionnée de 0 kilogr. 500 d'un arséniate d'alumine dosant 16 p. 100 d'$As^2 O^5$, la dernière avec une simple suspension aqueuse de cet arséniate, employé à la même concentration. Les applications ont été faites le 13 avril, le 11 mai et le 7 juin. Un arbre a reçu seulement les deux premiers traitements. Un arbre a reçu la première et la troisième application, à l'exclusion de la seconde. Les fruits ont été récoltés du 24 juin au 10 juillet.

Les résultats ont été les suivants :

ARBRES AYANT ÉTÉ TRAITÉS.	NOMBRE DE FRUITS.	P. 100 DE VÉREUX.
Arbre 1	2.994	4,7
Arbre 2	3.820	3,5
Arbre 3	6.947	5,5
Arbre ayant reçu le 1er et le 2e trait	461	5,4
Arbre ayant reçu le 2e et le 3e trait	1.374	9,9
ARBRES TÉMOINS.		
Arbre 1	762	24,6
Arbre 2	1.391	35,1

1934. Essais sur Poirier *Monsallard.* (Verger de M. Dufour, à Avignon.) — Les arbres dont nous disposions ont été divisés en groupes aussi homogènes que possible, chacun d'eux composé d'un arbre de 8 ans, trois arbres de 6 ans et deux arbres de 4 ans, pris dans des points différents du verger et qui ont été traités conformément aux indications du tableau suivant.

[1] Ces essais ont été faits dans les vergers de MM. Eugène Dufour, en Avignon, Pierre et Joseph Canonge, à Villeneuve, avec la collaboration de M. Suau de 1933 à 1935, de MM. Pampillon et Garcia en 1936 et de M. François Dufour en 1937. M. Lidoyne a bien voulu nous aider dans les essais que nous avons eus à faire au laboratoire pour l'étude de la tenue en suspension des différents arséniates. Nous remercions vivement ces propriétaires ainsi que nos collaborateurs de l'aide si précieuse qu'ils ont bien voulu nous prêter.

A l'exception de ceux du groupe témoin, les arbres ont tous reçu le premier traitement classique à la chute des pétales. Ce traitement a été exécuté avec une bouillie à l'oxychlorure de cuivre (1 kilogr. d'oxychlorure à 16 p. 100 de cuivre métal par hectolitre), additionné de 0 kilogr. 600 d'arséniate diplombique (arséniate C. dosant 16 p. 100 d'$As^2 O^5$. Indépendamment de ce traitement, effectué le 17 avril, on a employé le 18 mai et le 8 juin, une bouillie à l'oxychlorure de cuivre additionnée d'arséniate diplombique, et pour les autres traitements une simple suspension aqueuse d'arséniate, à raison de 600 grammes par hectolitre (cf. tableau). La récolte s'est échelonnée du 23 juillet au 4 août.

Les résultats ont été les suivants :

LOTS.	NOMBRE de FRUITS TOTAL.	P. 100 de FRUITS VÉREUX.
Lot n° 1 (1 traitement à la chute des pétales, le 17 avril).....	278	61,5
Lot n° 2 (2 traitements les 17 avril et 18 mai).....	299	68.8
Lot n° 3 (3 traitements les 17 avril, 18 mai et 8 juin).....	322	46,8
Lot n° 4 (4 traitements les 17 avril, 18 mai, 8 juin et 25 juin).....	353	31,7
Lot n° 5 (5 traitements les 17 avril, 18 mai, 8 juin, 25 juin et 16 juillet).	362	13,2
Lot témoin.....	210	65,2

1936. Essais faits sur Poirier *Monsallard*. (Verger de M. Dufour, à Avignon.) — Nous avons constitué trois lots, de chacun trois arbres de 6 ans. Les arbres du quatrième lot, ont servi de témoins. Les dates des traitements et les résultats sont indiqués dans le tableau suivant :

Les traitements du 15 avril et 6 mai ont été effectués avec une bouillie bordelaise arsenicale à 1 p. 100 de $So^4 Cu$, additionné de 600 grammes par hectolitre d'arséniate diplombique C. à 16 p. 100 d'$As^2 O^5$. Les fruits ont été récoltés du 20 juillet au 3 août.

Les résultats obtenus ont été les suivants :

LOTS.		NOMBRE DE FRUITS TOTAL.	P. 100 DE FRUITS VÉREUX.
N° 1 : 5 traitements (15 avril, 6 mai, 28 mai, 19 juin, 6 juillet).....	Arbre 1.....	201	3,9
	Arbre 2.....	110	3,6
	Arbre 3.....	134	3,7
	Total.....	445	Moyenne..... 3,5
N° 2 : 2 traitements (15 avril (chute des pétales) et 6 mai).....	Arbre 1.....	114	4,3
	Arbre 2.....	132	6,0
	Arbre 3.....	92	6,5
	Total.....	338	Moyenne..... 5,6
N° 3 : 3 traitements (28 mai, 19 juin et 6 juillet).	Arbre 1.....	106	2,8
	Arbre 2.....	103	7,7
	Arbre 3.....	82	8,5
	Total.....	291	Moyenne..... 6,1
Témoin.....	Arbre 1.....	147	34,0
	Arbre 2.....	186	29,0
	Arbre 3.....	223	26,0
	Total.....	556	Moyenne..... 29,4

L'influence sur la quantité de fruits véreux à la récolte exécutés du nombre de traitements ressort nettement de l'ensemble de ces essais. Comme il fallait s'y attendre, les résultats ont été d'autant plus favorables que le nombre des applications a été plus élevé. Mais, d'autres enseignements, plus importants peut être, nous paraissent devoir être tirés des résultats obtenus. Le traitement effectué à la chute des pétales a été considéré primitivement comme d'une importance majeure pour assurer une préservation des fruits contre les attaques de l'insecte. Par une réaction, peut être trop vive contre cette conception, un certain nombre

d'entomologistes sont actuellement enclins à considérer cette action comme rigoureusement nulle, aucun d'entre eux toutefois ne méconnaissant la nécessité de son exécution pour combattre d'autres parasites, notamment la Tavelure.

Nos essais de 1933, sur *Beurré-Giffard*, semblent indiquer que, même contre le Carpocapse, une pulvérisation effectuée à la chute des pétales peut, dans certains cas, présenter quelque intérêt. Le pourcentage des fruits véreux sur l'arbre ayant reçu le premier et le second traitement a été nettement moins élevé que sur celui ayant reçu le second et le troisième. Un tel résultat, pourtant, ne doit être interprété qu'avec prudence, la *Beurré-Giffard* étant une des rares variétés de Poirier où la coupe du calice se referme presque immédiatement après la floraison, comme c'est la règle chez le Pommier, et où les pénétrations par l'œil du fruit sont justement nombreuses. La maturation précoce de cette variété peut permettre également à l'arséniate, déposé dans la coupe à la chute des pétales, de conserver sa toxicité presque jusqu'à la récolte et de jouer efficacement ainsi son rôle de barrière.

En 1936, année de faible invasion, une préservation incontestable et sensiblement équivalente des fruits a été obtenue sur *Monsallard*, variété de moyenne saison dont le calice reste béant jusqu'à la récolte, par l'exécution de deux traitements faits selon les anciennes conceptions, le premier à la chute des pétales le 15 avril et le second trois semaines plus tard le 6 mai, ou par celle de trois applications tardives effectuées selon les idées actuellement en vigueur les 28 mai, 19 juin et 6 juillet.

Ces résultats sont en parfait accord avec ceux qui ont été obtenus par les premiers expérimentateurs s'étant occupés en France de la lutte contre le Carpocapse, par Massonat (34) notamment dans la Vallée du Rhône. On comprend donc pourquoi certains auteurs comme Paillot (44) continuent à attacher une si grande importance à l'exécution des traitements précoces. L'on s'explique aussi que, sur le vu de résultats, obtenus en année favorable à la défense, l'on ait pû croire prématurément jadis le problème résolu.

Mais, comme il résulte des essais faits en 1934, année de forte invasion, sur les variétés de moyenne saison et tardives, et comme Paillot (41) l'avait déjà constaté en 1920, les traitements précoces ne serviront plus à rien si d'autres applications plus tardives ne viennent compléter leur action. La proportion de fruits véreux sur les arbres témoins et ceux ayant reçu le premier ou les deux premiers traitements est rigoureusement le même. Contre les attaques sans cesse répétées de l'insecte, ce n'est que par la répétition des traitements que l'on peut lutter efficacement .

Influence de la nature de l'arsenic employé.

A priori, paraissent susceptibles d'être employés dans la lutte contre le Carpocapse tous les composés arsenicaux insolubles et non corrosifs comme l'acéto-arsénite de cuivre ou Vert de Paris, l'arsénite de cuivre ou Vert de Scheele, les arséniates de chaux, de baryum, de magnésium, de fer, de manganèse, de zinc, de cuivre et de plomb. L'emploi de l'acéto-arsénite de cuivre et celui de l'arsénite de cuivre ne sont pas dépourvus de tout danger pour les végétaux traités, ces produits se décomposant facilement en libérant de l'acide arsénieux corrosif.

Les arséniates de plomb, surtout l'arséniate diplombique, sont utilisés depuis longtemps aux États-Unis sur une très grande échelle. C'est encore à eux que conseillent d'avoir recours la plupart des auteurs s'étant récemment occupés de la lutre contre le Carpocapse, comme Strong (61), Wortheley (63), G. E. Marshall (32), Stearns (60), Hodkiss (20), Parks (45) et Borden (6). Les arséniates de chaux, de baryum, de magnésium, de fer, de manganèse, de cuivre, de zinc, ont été essayés également avec succès aux États-Unis, notamment par Newcomer et Yothers (39), Vinson (62), J. Marshall et Groves (33), Sherman (56).

Étant donné le petit nombre d'arbres dont nous disposions pour nos essais et la difficulté de nous procurer tous les produits, nous avons dû faire un choix et nous borner à ceux qui nous paraissaient les plus intéressants à expérimenter dans notre région, comparativement avec un certain nombre de types différents d'arséniates de plomb.

L'arséniate de chaux est actuellement employé avec succès en France, concurremment avec l'arséniate de plomb, et son prix de revient est sensiblement inférieur. Si des brûlures peuvent parfois se produire à la suite de son utilisation, elles sont fort rares quand le produit est ajouté à une bouillie bordelaise contenant de la chaux en excès. D'autre part, l'addition d'une petite quantité de sulfate de zinc serait d'après J. Marshall et Groves de nature à augmenter encore dans ces conditions l'innocuité pour les végétaux traités. Cet arséniate nous a donc paru mériter en premier lieu d'être mis en parallèle avec l'arséniate de plomb.

CARACTÉRISTIQUES DES ARSÉNIATES ESSAYÉS. — ESSAIS DE 1934.

DÉSIGNATION.		TENEUR EN $As^2 O^5$.	DOSES D'EMPLOI en kg par hl.	ARBRES TRAITÉS.	NOMBRE de FRUITS TOTAL.	P. 100 de FRUITS VÉREUX.
Arséniates de plomb.						
Arséniate triplombique obtenu à l'état naissant par double décomposition entre l'acétate de plomb et l'arséniate de soude	Arséniate A.	15 p. 100.	1	1	410	4,6
				2	240	4,1
Mélange de 80 p. 100 d'arséniate triplombique et 20 p. 100 d'arséniate diplombique	Arséniate B.	12,5 p. 100.	1,200	1	384	4,6
				2	477	9,2
Arséniate diplombique en poudre	Arséniate C.	17 à 19 p. 100.	0,800	1	624	10,5
				2	432	8,5
Arséniate diplombique en pâte.	Arséniate D.	16 p. 100.	0,900	"	"	"
Arséniate diplombique en pâte.	Arséniate E.	18,5 p. 100.	0,800	"	"	"
Arséniate diplombique en poudre	Arséniate F.	16 p. 100.	0,900	"	"	"
Arséniates de chaux.						
Arséniate en poudre	Arséniate A.	20 à 21 p. 100.	0,700	1	383	19,8
				2	150	20,0
Arséniate en poudre	Arséniate B.	52-54 p. 100.	0,300	"	"	"
Arséniates d'alumine.						
Mélange pulvérulent d'arséniate d'alumine et de fer	Arséniate A.	30 p. 100.	0,500	1	740	28,3
				2	433	28,8
Mélange d'arséniates alcalins et de sels d'alumine donnant au moment de l'emploi un arséniate d'alumine naissant.	Arséniate B.	19 à 21 p. 100.	0,600	"	"	"
Arséniate en pâte	Arséniate C.	12,5 p. 100.	1	"	"	"
Arséniates de magnésie.						
Arséniate en pâte	Arséniate A.	20 p. 100.	0,700	1	409	14,4
				2	226	24,5
Arséniate de cuivre.						
Arséniate en poudre	Arséniate A.	44 p. 100.	0,300	1	458	21,8 [1]
				2	107	7,4
Arséniate en poudre	Arséniate B.	44 p. 100.	0,300	"	"	"
	Témoins.	"	"	1	262	94,6
				2	152	89,5

[1] Le pourcentage élevé de fruits véreux constatés sur l'arbre 1 du lot traité à l'arséniate de cuivre paraît dû à la forte proportion de fruits fendus existant sur cet arbre à la suite d'un traitement (le second) ayant brûlé, la bouillie bourguignonne employée ayant été trop riche en carbonate de soude.

L'arséniate d'alumine, composé arsenical d'un métal fabriqué en France en grande quantité et obtenu à bon compte, paraissait intéressant également à expérimenter bien qu'ayant donné des résultats assez inférieurs au cours des essais faits par Newcomer et Yothers [1]. L'arséniate de cuivre semble, *a priori*, de par sa composition même, susceptible d'agir à la fois contre le Carpocapse et la Tavelure et à ce titre méritait également d'être essayé. Enfin, au cours de nos recherches de 1934, nous devions également expérimenter l'arséniate de magnésie dont Feytaud (16) avait montré l'efficacité contre le Doryphore.

[1] Quand nous avons dressé le plan de nos premiers essais de 1933, nous ne connaissions pas encore le travail de Newcomer et Yothers.

Nos essais sur l'influence de la nature de l'arséniate sur l'efficacité des traitements ont été poursuivis en 1933, 1934 et 1936. Nous jugeons inutile de faire connaître à nouveau ceux de 1933 dont il a été rendu compte (23) [1].

Par contre, bien qu'ayant publié aussi ceux de 1934 (24) il nous semble nécessaire de les rappeler pour les rapprocher de ceux de 1936, restés inédits. (Voir p. 229.)

Essais de 1934. — *Poiriers* Beurré-Giffard (Verger de M. Dufour, à Avignon). — Les arbres mis à notre disposition, âgés de trente ans environ et d'un fort développement, ont été divisés en 8 groupes de 2 arbres chacun : 1 groupe témoin et 7 groupes qui ont été traités respectivement avec les arséniates de plomb A, B et C, l'arséniate de chaux A, l'arséniate d'alumine A, l'arséniate de magnésie A et l'arséniate de cuivre A. Les différents produits ont été employés sensiblement à la même teneur en $As^2 O^5$ et ajoutés à une bouillie bourguignonne à 1 p. 100 SO^4Cu.

Trois traitements ont été exécutés, du 13 avril, au 7 juin. La récolte s'est échelonnée du 27 juin au 6 juillet et les résultats obtenus figurent dans le tableau ci-dessus.

Poiriers Williams (verger de M. M. Canonge, à Villeneuve-les-Avignon). — Les essais ont porté sur des arbres de 9 ans, très homogènes, qui ont été divisés en 20 lots de chacun 5 arbres, plus un lot de 6 arbres.

Quatre applications ont été effectuées les 2 mai, 30 mai, 15 juin et 17 juillet, l'arséniate employé mélangé à une bouillie bordelaise à 1 p. 100 de So^4 Cu pour les trois premiers traitements, en simple suspension aqueuse pour le quatrième.

La récolte a été enlevée en une seule fois, le 7 août, jour où nous avons observé les résultats suivants :

	TOTAL des fruits récoltés.		P. 100 des fruits véreux.
Arséniate de plomb D.			
Lot 1	98		66,3
Lot 2	134		67,1
Lot 3	81		72,8
Lot 4	89		75,2
Total	402	Moyenne	69,9
Arséniate de plomb E.			
Lot 1	60		51,6
Lot 2	119		55,4
Lot 3 (6 arbres)	316		46,8
Total	495	Moyenne	50,5
Arséniate d'alumine B.			
Lot 1	174		36,7
Lot 2	139		39,5
Lot 3	123		49,7
Lot 4	114		46,4
Total	550	Moyenne	41,2
Arséniate d'alumine C.			
Lot 1	62		66,1
Lot 2	95		76,8
Lot 3	91		73,6
Lot 4	151		64,2
Total	399	Moyenne	69,6
Témoin.			
Lot 1	84		96,4
Lot 2	87		96,4
Total	171	Moyenne	96,4

[1] Tous nos essais ont été faits en suivant la méthode exposée dans notre mémoire *Essais de traitements contre le Carpocapse en 1934,* auquel nous renvoyons le lecteur pour supplément d'information.

La forte proportion de fruits véreux constatés sur les arbres traités de la variété *Williams* nous paraît due à un nombre de traitements (4) trop faible et surtout à un trop long intervalle entre le troisième et le quatrième. Sur cette variété, les différences constatées entre les résultats donnés par les divers produits paraissent «hautement significatifs» à Dufrenoy qui a bien voulu faire état de nos données dans son travail sur les «*Méthodes statistiques appliquées à la Pathologie végétale*» (14). Sur *Giffard*, dans leur ensemble, les résultats nous paraissent suffisamment homogènes pour mériter également d'être retenus. Nous pouvons donc en conclure que, dans l'efficacité du produit, d'autres facteurs que la nature du métal associé à l'arsenic sont à prendre en considération. Aussi, avons-nous jugé nécessaire de reprendre ces recherches en 1936, en étudiant au laboratoire, parallèlement aux essais de traitements faits au verger, la tenue en suspension des produits expérimentés.

Essais de 1936. — (Verger de M. Defour, à Avignon). Ces essais ont porté sur différents types d'arséniate de chaux, d'alumine, de cuivre et de plomb, présentant entre eux de grandes différences. Pourtant, étant donné l'hétérogénéité des arséniates en pâte que même un brassage prolongé ne parvient pas toujours à homogénéiser, avons-nous borné nos recherches aux arséniates en poudre. Nous avons ainsi retenu les arséniates de plomb A et F, les arséniates de chaux A et B, les arséniates de cuivre A et B, les arséniates d'alumine A et B. Les différents produits, mélangés à une bouillie bordelaise à 1 p. 100, ont été expérimentés sur des poiriers de la variété *Beurré-Giffard*, 2 arbres étant consacrés à l'essai de chacun d'eux.

Trois applications ont été faites les 7-8 avril, 6-7 mai et 4-5 juin.

Les résultats obtenus ont été les suivants :

	N°	TOTAL des FRUITS RÉCOLTÉS.		P. 100 des FRUITS VÉREUX.
Arséniates de plomb.				
Arséniate A.				
Arbre 1		3.930		3,4
Arbre 2		1.444		4,3
	Total....	5.374	Moyenne....	3,6
Arséniate F.				
Arbre 1		2.986		5,8
Arbre 2		1.416		3,1
	Total....	4.402	Moyenne....	4,9
Arséniates de chaux.				
Arséniate A.				
Arbre 1		1.608		8,7
Arbre 2		834		9,2
	Total....	2.442	Moyenne....	8,9
Arséniate B.				
Arbre 1		356		5,6
Arbre 2		125		8,8
	Total....	481	Moyenne....	6,4
Arséniate de cuivre.				
Arséniate A.				
Arbre 1		2.745		4,9
Arbre 2		248		2,4
	Total....	2.993	Moyenne....	4,7
Arséniate B.				
Arbre 1		3.057		8,0
Arbre 2		2.565		5,8
	Total....	5.622	Moyenne....	7,4
Arséniates d'alumine.				
Arséniate A.				
Arbre 1		3.318		20,6
Arbre 2		2.969		13,4
	Total....	6.287	Moyenne....	17,3

	TOTAL des fruits récoltés.		P. 100 des fruits véreux.
Arséniate B.			
Arbre 1.....	3.210		6,2
Arbre 2.....	2.996		5,8
Total....	6.206	Moyenne....	5,9
Témoin.			
Arbre 1.....	816		43,8
Arbre 2.....	1.178		21,3
Total....	1.994	Moyenne....	30,3

Au moment de la récolte pour chacun des lots de fruits ramassés sur les arbres ont été adressés pour analyse de l'arsenic résiduel à notre collègue Raucourt, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie [1].

Les résultats furent les suivants :

	ARSÉNIATES DE PLOMB.		ARSÉNIATES DE CHAUX.		ARSÉNIATES DE CUIVRE.		ARSÉNIATES D'ALUMINE.	
	A	F	A	B	A	B	A	B
As en mmgr. par kg de fruits.....	1.235	0,958	2,276	2,455	1,445	2,023	1,328	2,266

La tenue en suspension des arséniates fut appréciée comparativement au Laboratoire au moyen de l'appareil de Wiegner. Les résultats obtenus sont figurés par des courbes représentées sur les graphiques 4, 5, 6 et 7 et obtenues en portant en abscisses les temps en mi-

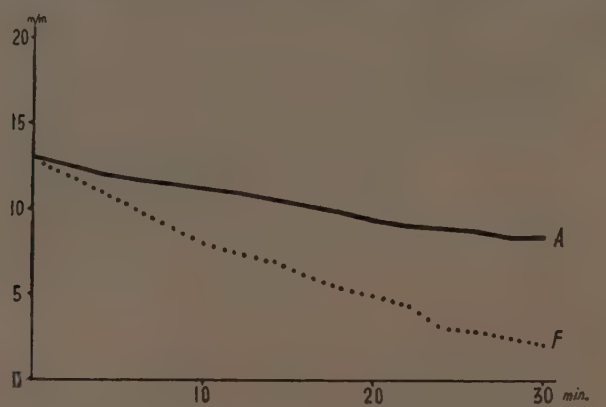


Fig. 4. — Tenue en suspension des arséniates de plomb A (naissant) et F.

nutes et en ordonnées les différences de hauteur correspondantes de la colonne d'eau pure et de la suspension d'arséniate. Elles font ressortir des écarts notables entre les divers produits expérimentés.

Bien que nos essais n'aient pu porter que sur 2 arbres pour chacun des arséniates, la quantité de fruits à la récolte nous paraît suffisante pour en faire état. Quatre produits se classent nettement en tête, en donnant des résultats sensiblement équivalents : les arséniates de plomb A et B, l'arséniate de cuivre A et l'arséniate d'alumine B. Les arséniates de chaux ont tous deux montré une efficacité nettement plus faible ainsi que l'arséniate de cuivre B. L'arséniate d'alumine A, qui s'était déjà très mal classé en 1934, n'a pas amélioré sa position en 1936.

[1] Nous remercions vivement M. Raucourt de l'extrême obligeance qu'il a apportée à analyser les nombreux échantillons de fruits que nous lui avons fait parvenir de 1935 à 1937.

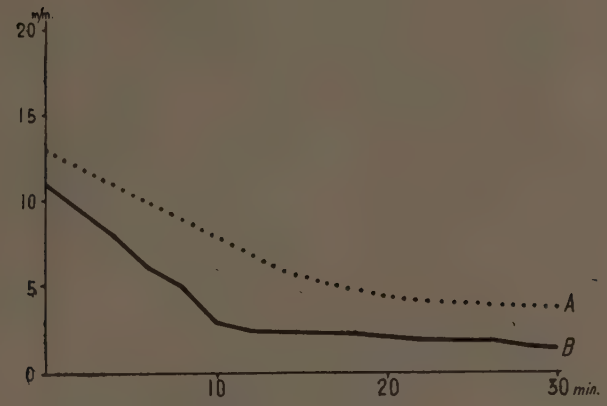


Fig. 5. — Tenue en suspension des arséniates de chaux A et B.

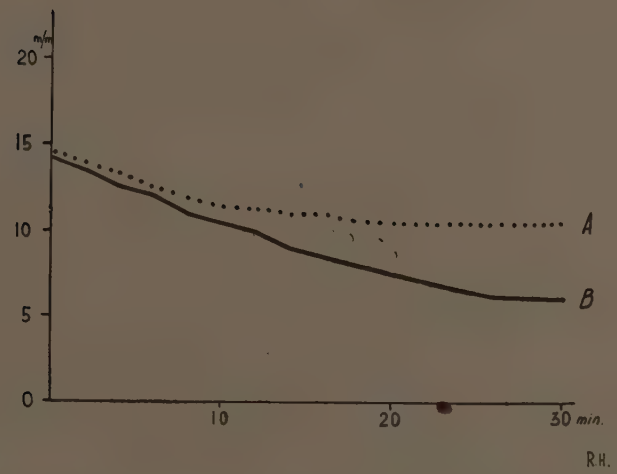


Fig. 6. — Tenue en suspension des arséniates de cuivre A et B.

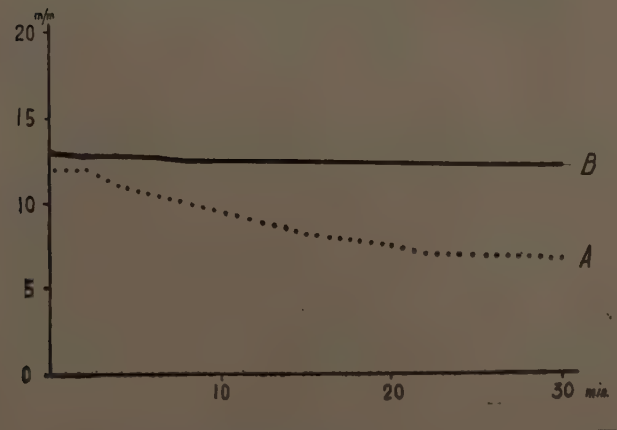


Fig. 7. — Tenue en suspension des arséniates d'alumine A et B (naissant).

La valeur insecticide du produit ne paraît donc pas liée au métal associé à l'arsenic. Devons-nous faire intervenir comme facteur important d'efficacité la tenue en suspension? Dans chacun des groupes respectifs d'arséniates de plomb, de cuivre et d'alumine, le produit ayant donné le pourcentage le plus bas de fruits véreux est celui qui s'est le mieux tenu en suspension dans les essais au laboratoire. Mais il n'en a pas été de même dans le groupe des arséniates de chaux. D'autre part, l'arséniate d'alumine B qui, de tous les produits essayés s'est le mieux comporté au laboratoire, n'a pas, dans le verger, nettement surclassé les autres. Nous devons donc rester encore réservé sur ce point, d'autant plus que dans la pratique l'agitateur dont est muni maintenant tout appareil de pulvérisation pour arbres vient compenser dans une large mesure les différences de tenue en suspension naturelle.

Essais de produits pouvant être substitués aux composés arsenicaux.

Nos essais ont mis en évidence l'impossibilité d'assurer au cours d'une année de forte invasion, comme 1934, la protection de fruits de variétés de moyenne saison et tardives sans l'exécution de traitements complémentaires appliqués en dehors de la période fixée par l'arrêté du 23 février 1928. Si, depuis cette époque, l'arrêté du 23 juillet 1935 est venu modifier, dans un sens plus libéral, la règlementation relative à l'emploi des arsenicaux, il ne s'en suit pas qu'une protection suffisamment efficace des fruits puisse être assurée en restant dans les limites nouvellement fixées. Les résultats de 1934, sur *Monsallard* sont particulièrement démonstratifs à cet égard. La récolte sur cette variété s'étant échelonnée du 23 juillet au 7 août, si nous avions arrêté l'exécution des traitements le 23 mai en nous conformant à la nouvelle réglementation, la proportion de fruits véreux aurait été la même que sur les témoins. Il est même intéressant de constater que c'est le dernier traitement exécuté sur cette variété qui a fait baisser le plus sensiblement, à lui seul, le pourcentage de fruits véreux : celui-ci étant de 65,5 p. 100 sur le lot d'arbres témoins, de 31,7 sur les arbres traités 4 fois et de 13,2 sur les arbres ayant reçu les 5 traitements. Les traitements tardifs sont donc indispensables et telle est la conclusion que tirent aussi avec nous de leurs recherches Balachowsky et Viennot-Bourgin (2-3), Régnier (52-53), Pivert (47), Moreau et Vinet (35-36-37), Soulié (59). Si, pour Paillot (44), les deux traitements de base dans la région lyonnaise doivent être exécutés : le premier à la défloraison, le second vers la fin de mai, cet auteur n'en conseille pas moins l'exécution d'un traitement supplémentaire vers le milieu de juin. Il était donc nécessaire d'étudier quelques produits susceptibles d'être substitués aux arsenicaux et pouvant convenir pour les traitements précédant de peu la récolte.

L'emploi répété d'un même produit peut, à la longue, avoir pour résultat la différenciation par sélection de lignées de parasites douées d'une plus forte résistance à ce poison. Dans le cas particulier du Carpocapse, Hough (21), comparant des chenilles provenant du Colorado où le contrôle de cet insecte est beaucoup plus difficile qu'en Virginie, à des chenilles originaires de cet État, observa que les premières montraient une aptitude beaucoup plus grande à pénétrer impunément dans des fruits recouverts de bouillie. Les Américains, comme le rapporte Dufrenoy (13), ont pu constater, à la suite de plusieurs années consécutives de traitements arsenicaux une résistance croissante des larves du Carpocapse au toxique : 10 microgrammes d'anhydride arsénieux par centimètre carré ont donné 60 p. 100 de protection en 1930, 50 p. 100 en 1931 et 36 p. 100 seulement en 1932. Aussi, avons-nous jugé nécessaire de comparer l'effet obtenu par l'emploi continu au cours de la saison, d'un même insecticide d'ingestion comme l'arséniate diplombique ou la cryolithe, à l'emploi alternatif de ces produits.

La lutte contre les insectes nuisibles au moyen de poudrages est actuellement à l'ordre du jour. Au cours de ses recherches au laboratoire et au verger, Ralph Smith (58) put constater que les poudrages assuraient une aussi bonne préservation des fruits contre les dégâts du Carpocapse que les meilleurs revêtements (*film coverage* et *coarse coverage*) obtenus à la suite d'applications liquides. Aux États-Unis, c'est sur une grande échelle, du reste, que sont employées les poudres contre cet insecte, et celles-ci paraissent de prime abord susceptibles de rendre

de grands services dans les régions sèches, comme la nôtre, dans les vergers où l'eau est rare. L'étude de l'action respective des poudrages et des traitements liquides devait donc nécessairement prendre place aussi dans notre programme de recherches.

Applications liquides. — Les essais dont nous rendons compte dans ce mémoire ont été poursuivis au cours des années 1935, 1936 et 1937, dans le verger de M. E. Dufour, à Avignon. Parmi les produits à expérimenter parallèlement à l'arséniate diplombique destiné à fournir un terme de comparaison, nous avons choisi tout d'abord la cryolithe, également insecticide d'ingestion et ayant donné déjà des résultats intéressants au cours de nos essais de 1933 et 1934. Par contre, nous avons éliminé le fluosilicate de baryum [1], trop dense et se tenant très mal en suspension (voir graphique 8).

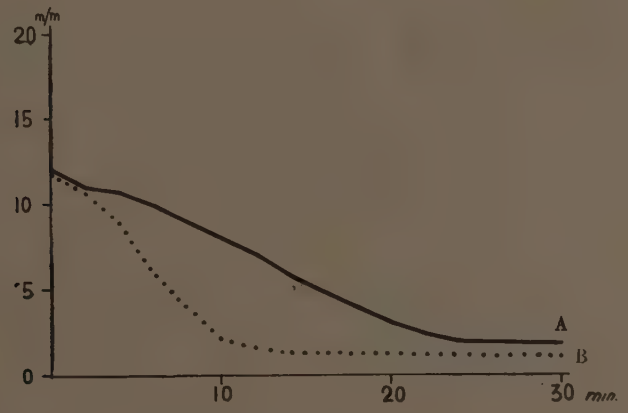


Fig. 8. — Tenue en suspension (appareil de Wiegner) de la cryolithe (———) et du fluosilicate de baryum (....).

Le sulfate de nicotine fut employé avec succès aux États-Unis, dans un verger peu envahi par le Carpocapse, par de Sellem (9) pendant les années 1915 et 1916. Au cours de recherches de laboratoire, Newcomer et Yothers constatèrent que le produit possédait une action ovicide croissant nettement avec la température ainsi qu'une action insecticide sur les chenilles néonates. Malheureusement, son évaporation très rapide en solution savonneuse paraît restreindre sensiblement les possibilités de son emploi en pratique. Aussi, les Américains ont-ils cherché à obtenir un produit plus stable et moins volatil, soit par l'addition au sulfate de nicotine, de glycérine, d'huile, de bentonite, de sulfate acide de sodium, soit par la combinaison de l'alcaloïde lui-même à l'acide oléique ou à l'acide tannique. L'oléate de nicotine brûlant fortement le feuillage n'est pas à conseiller, l'emploi de la glycérine ne permit pas d'obtenir l'effet escompté.

Par contre, des résultats satisfaisants, traduits par une disparition moins rapide de la nicotine et une protection efficace, ont pu être assurés par l'usage du tannate de nicotine, ou l'addition d'huiles blanches ou de bentonite au sulfate de nicotine. Nous avons donc cru pouvoir borner nos essais au sulfate de nicotine, employé en solution savonneuse ou mélangé à une émulsion d'huiles blanches, et au tannate qui nous avait déjà donné des résultats encourageants en 1934.

[1] Mélangé à la bouillie bourguignonne, ce produit cause d'autre part de très graves brûlures au feuillage.

L'emploi des huiles blanches, soit seules, soit additionnées d'arséniate de plomb, de nicotine, de cryolithe, a donné lieu à de nombreux travaux aux États-Unis. Ajoutés à l'arséniate de plomb ou à la cryolithe au cours de nos essais de 1934, les huiles ont permis de réduire la proportion de fruits véreux de 13,2 à 3,1 avec l'arséniate, de 11,8 à 4,6 avec la cryolithe, au moyen de cinq traitements. Nous avons jugé nécessaire d'expérimenter ces huiles, soit seules, soit ajoutées à une suspension d'arséniate diplombique F.

Le roténone, étant donnée sa toxicité, pratiquement nulle pour l'homme et les animaux à sang chaud, méritait également d'être essayé. Enfin, nous avons joint à la liste, en 1937, la thiodiphénylamine, expérimentée avec succès aux États-Unis par Salzberg (54), Siegler, Murger et Smith (57), Diamond (10).

	CARACTÉRISTIQUES.	DOSES par HECTOLITRE.
Arséniate diplombique.....	Arséniate F. à 16 p. 100 d'$As^2 O^5$.....	0 kg. 600
Cryolithe.....	Produit synthétique à 91,8 p. 100 de pureté, 50,1 de Fluor...	1 kgr.
Sulfate de nicotine.....	Produit des manufactures de l'État à 500 grammes de nicotine alcaloïde par litre.....	0 kg. 200 + 1 kgr. de savon blanc.
Tannate de nicotine.....	7 p. 100 de nicotine alcaloïde.....	1 kgr.
Huiles blanches.....	Huile de paraffine 83 à 85 p. 100. Émulsifiant 17 à 15 p. 100.	1 kgr.
Rotenone.....	Insecticide commercial à 0,75 de rotenone.....	0 l. 500
Thiodiphénylamine.....	.....	300 gr. + 100 gr. d'alcools terpéniques sulfonés.

Les essais avec chacun des produits ont porté sur trois arbres en 1935 et 1937 et quatre arbres en 1936, situés en des points différents du verger et ayant déjà reçu deux applications de bouillie bordelaise arsénicale. Trois traitements ont été exécutés.

Les pulvérisations ont eu lieu aux dates suivantes :

	1935.	1936.	1937.
Traitements avec la bouillie bordelaise arsenicale à 1 p. 100 de sulfate de cuivre, 0 kg. 600 arséniate F.....	1e 19 avril.	15 avril.	14 avril.
Idem.....	2e 11 mai.	6 mai.	19 mai.
Traitements complémentaires avec produits essayés.....	3e 14 juin.	28 mai.	8 juin.
Idem.....	4e 2 juillet.	19 juin.	24 juin.
Idem.....	5e 16 juillet.	6 juillet.	17 juillet.

La récolte s'est échelonnée : en 1935, du 22 juillet au 6 août ; en 1936, du 20 juillet au 8 août.

En 1937, devant nous absenter fin juillet, nous procédions aux comptages des fruits sains sur les arbres mêmes, les 22 et 23 juillet, au début de la période de maturité.

Les résultats obtenus ont été consignés dans le tableau suivant :

PRODUIT EMPLOYÉ POUR L'EXÉCUTION des trois derniers traitements.	NUMÉRO D'ORDRE des arbres.	ANNÉE 1935. TOTAL des fruits récoltés.	ANNÉE 1935. P. 100 de fruits véreux.	ANNÉE 1936. TOTAL des fruits récoltés.	ANNÉE 1936. P. 100 de fruits véreux.	ANNÉE 1937. TOTAL des fruits récoltés.	ANNÉE 1937. P. 100 de fruits véreux.
Témoin sans traitement.....	1	39	64,1	147	34,0	134	20,1
	2	5	40,2	71	30,9	48	25,0
	3	29	56,0	186	29,5	89	11,2
	4	"	"	223	26,4	"	"
Total.....		73	60,0	627	29,6	271	18,0
Arséniate diplombique.....	1	32	18,7	201	3,9	54	0,0
	2	34	2,9	49	2,0	65	0,0
	3	19	10,5	110	3,6	56	0,0
	4	"	"	134	3,7	"	1,1
Total.....		85	10,5	494	3,4	175	0,0

PRODUIT EMPLOYÉ POUR L'EXÉCUTION des trois derniers traitements.	NUMÉRO D'ORDRE des arbres.	ANNÉE 1935. TOTAL des fruits récoltés.	ANNÉE 1935. P. 100 des fruits véreux.	ANNÉE 1936. TOTAL des fruits récoltés.	ANNÉE 1936. P. 100 des fruits véreux.	ANNÉE 1937. TOTAL des fruits récoltés.	ANNÉE 1937. P. 100 des fruits véreux.
—	—	—	—	—	—	—	—
Arséniate et huiles blanches (3 traitements)	1	31	12,9	51	0,0	67	0,0
	2	20	0,0	105	0,9	56	0,0
	3	33	0,0	192	1,5	36	0,0
	4	"	"	101	1,9	"	"
TOTAL		84	4,7	449	1,3	159	0,0
Arséniate et huiles blanches (1 traitement)	1	"	"	"	"	53	1,8
	2	"	"	"	"	31	6,4
	3	"	"	"	"	123	0,8
	4	"	"	"	"	"	"
TOTAL		"	"	"	"	207	1,8
Huiles blanches	1	21	19,0	89	6,3	82	0,0
	2	48	8,3	77	6,4	69	0,0
	3	84	1,1	103	8,7	55	1,8
	4	"	"	50	4,0	"	"
TOTAL		153	5,8	319	6,8	206	0,4
Cryolithe	1	43	2,3	124	5,6	45	0,0
	2	36	0,8	137	4,3	160	0,0
	3	61	9,8	148	6,0	34	0,0
	4	"	"	111	7,2	"	"
TOTAL		140	5,0	520	5,7	239	0,0
Sulfate de nicotine	1	43	11,6	149	3,3	80	0,0
	2	28	10,7	77	9,0	101	0,9
	3	28	3,7	89	10,1	110	0,0
	4	"	"	76	7,8	"	0,0
TOTAL		99	9,0	391	6,9	291	0,3
Tannate de nicotine	1	8	0,0	104	4,8	"	"
	2	36	16,6	76	7,8	"	"
	3	35	11,4	106	12,2	"	"
	4	"	"	137	8,7	"	"
TOTAL		79	12,6	423	8,5	"	"
Sulfate de nicotine et huiles blanches	1	"	"	"	"	140	0,0
	2	"	"	"	"	24	0,0
	3	"	"	"	"	52	0,0
	4	"	"	"	"	"	"
TOTAL		"	"	"	"	216	0,0
Insecticide à base de roténone	1	"	"	86	3,4	146	0,0
	2	"	"	157	5,7	229	0,8
	3	"	"	126	7,9	150	0,0
	4	"	"	82	14,6	"	"
TOTAL		"	"	451	7,3	525	0,3
Thiodiphémylamine	1	"	"	"	"	67	0,0
	2	"	"	"	"	138	0,0
	3	"	"	"	"	28	3,5
TOTAL		"	"	"	"	233	0,4

L'année 1935 a été une année d'assez forte invasion, avec, sur les arbres témoins, un pourcentage moyen de fruits véreux de 60 p. 100; les deux années suivantes, ont au contraire, été marquées par de faibles attaques (pourcentages moyens de 29,6 et de 18,0). Malheureu-

sement, en 1935, la récolte a été déficitaire sur la variété *Monsallard*, conséquence d'une faible floraison suivie d'une forte chute de fruits tombés avant maturité sous l'effet du vent. Si des écarts considérables peuvent s'observer dans les pourcentages des fruits véreux des différents arbres d'un même lot, nous pouvons considérer que le nombre de fruits a été trop faible pour que ces pourcentages puissent réellement avoir une signification quelconque.

En 1935, les résultats ont été, dans l'ensemble, plus cohérents. Mais l'attaque de Carpocapse a été trop peu intense pour qu'une grande circonspection ne soit nécessaire dans l'appréciation des résultats: les contaminations s'étant exercées très inégalement selon les arbres, comme le prouvent les écarts observés sur ceux du lot témoin. En 1936, l'attaque a été encore plus faible et ces différences plus importantes. Aussi, n'oserons nous pas établir un classement entre les produits, leur efficacité pourtant ne nous semblant pas pouvoir être mise en doute.

Nous ferons pourtant remarquer combien nette est la diminution du pourcentage de fruits véreux que l'addition d'huiles à la bouillie arsenicale permet d'obtenir, nos conclusions venant pleinement confirmer celles de tous les auteurs s'étant occupés de la question.

Les huiles agissent, non seulement par leurs propriétés ovicides, mais en fixant en quelque sorte l'arséniate sur le fruit comme le prouvent les analyses ci-dessous faites par le Laboratoire de Phytopharmacie de Versailles.

	ARSENIC EN MM/GR. PAR KILOGRAMME DE FRUITS.		
	1935.	1936.	1937.
Bouillie arsenicale (3 traitements)	0,524	2,027	0,888
Bouillie arsenicale additionnée d'huiles blanches (3 traitements)	0,692	6,192	1,038
Bouillie arsenicale additionnée d'huiles blanches (1 seul traitement le 8 juin)	"	"	0,579

Cette action des huiles blanches est tellement marquée en 1937, que sur des arbres ayant reçu seulement les deux traitements classiques à la bouillie bordelaise arsenicale, les 14 avril et 13 mai, et trois traitements aux huiles, les 8 juin, 24 juin et 17 juillet, la quantité d'arsenic résiduel à la récolte était encore de 0 milligr. 300. Ainsi s'expliquent, sans doute, les résultats favorables donnés dans nos essais par les huiles malgré l'intervalle assez grand entre deux pulvérisations successives.

Emploi alternatif de la cryolithe et de l'arséniate diplombique.

Les essais ont été faits dans le verger de M. Dufour à Avignon, en 1935 et 1936, en même temps et dans les mêmes conditions que ceux sur les produits susceptibles d'être employés en remplacement des arsenicaux.

Les arbres ont reçu les deux traitements classiques à la bouillie bordelaise arsenicale, puis ont été classés en trois catégories. Ceux de la première ont reçu, trois traitements complémentaires à l'arséniate diplombique. Ceux de la deuxième ont été traités trois fois à la cryolithe. Ceux de la troisième ont reçu deux traitements à la cryolithe (le 1er et le 3e) et un traitement à l'arséniate diplombique (le 2e).

Les résultats obtenus ont été les suivants :

	ANNÉE 1935.		ANNÉE 1936.	
	TOTAL DES FRUITS récoltés.	P. 100 de véreux.	TOTAL DES FRUITS récoltés.	P. 100 de véreux.
Arséniate diplombique	223	5,3	494	3,4
Cryolithe	127	1,5	420	5,7
Emploi alternatif de la cryolithe et de l'arséniate.	216	6,0	341	5,5
Témoin	60	60,0	627	29,6

L'emploi alternatif de la cryolithe et de l'arséniate diplombique ne semble donc pas donner de résultats meilleurs que l'emploi exclusif de l'un ou l'autre produit.

Poudrages.

Essais 1935. — Les essais ont été faits dans le verger de M. M. Canonge, à Villeneuve, sur la variété *Beurré Giffard.*

Les arbres, âgés de 10 ans et répartis en 9 lots, ont tous, à l'exception de ceux d'un lot témoin 0 1 laissés sans traitements, reçu deux applications liquides à la bouillie bordelaise arsenicale les 29 avril et 11 mai. Deux traitements complémentaires ont été faits ensuite, les 4 et 18 juin, traitements exécutés avec la bouillie bordelaise arsenicale sur les poiriers d'un second lot témoin 0 2, et respectivement avec les poudres A, B, C 2, D, P, F, G 1, et G 2 sur les arbres de chacun des autres lots. La récolte a été faite le 5 juillet et les résultats obtenus furent les suivants :

DÉSIGNATION.	POUDRE A. (5 arbres).	POUDRE B. (4 arbres).	POUDRE C 2. (5 arbres).	POUDRE D. (4 arbres).	POUDRE F. (5 arbres).	POUDRE G 1. (4 arbres).	POUDRE G 2. (3 arbres).
Teneur en produit actif.....	Arséniate de chaux : 19 ou 20 p. 100 AS^2O^5.	33 p. 100 de cryolithe synthétique.	20 p. 100 de fluosilicate de baryum.	Cryolithe 16,4 p. 100. Fluosilicate de baryum 20 p. 100.	Derris 25 p. 100. Pyrèthre 25 p. 100.	Derris 25 p. 100. Cryolithe synthétique 25 p. 100.	Derris 5 p. 100. Cryolithe synthétique 25 p. 100.
Fruits récoltés....	266	129	250	153	85	102	85
Fruits véreux p. 100.	0	0	8	0	2,3	0,9	0

Essais de 1936. (Verger de M. Dufour, sur *Monsallard.*) — Les arbres, âgés de 6 ans, à l'exception de ceux d'un lot témoin 0 1 laissés sans traitements, ont reçu deux pulvérisations à la bouillie bordelaise arsenicale, faites les 15 avril et 6 mai. Puis ils ont été répartis en 9 lots de chacun 3 arbres.

Trois traitements complémentaires ont été exécutés les 28 mai, 18 juin et 7 juillet.

La récolte s'est poursuivie du 20 juillet au 8 août et les résultats obtenus ont été les suivants :

	N° d'ordre des arbres.	Total des fruits récoltés.		p. 100 de fruits véreux.
Témoin 0 1 (sans traitements).....	1	180		18,0
	2	76		13,1
	3	175		22,8
	Total.....	431	Moyenne..	19,0
Témoin 0 2 (5 applications liquides) sans poudrages [1].....	1	60		1,6
	2	127		2,3
	3	157		0,6
	Total.....	344	Moyenne...	1,4
Applications liquides et *poudre A* (arséniate de chaux).....	1	98		2,1
	2	93		0,0
	3	83		2,4
	Total.....	274	Moyenne...	1,4
Poudre A (arséniate de chaux).....	1	78		1,3
	2	136		0,7
	3	136		0,0
	Total.....	350	Moyenne...	0,5
Poudre B (cryolithe).....	1	142		1,4
	2	110		9.0
	3	108		4,6
	Total.....	360	Moyenne...	4,7

[1] Suspension d'arséniate diplombique F, à 600 grammes par hectolitre.

	N° D'ORDRE DES ARBRES.	TOTAL des FRUITS RÉCOLTÉS.		P. 100 de FRUITS VÉREUX.
Poudre C 1 (fluosilicate de baryum à 33 p. 100.)	1	158		3,7
	2	156		5,1
	3	138		3,5
	Total.....	452	Moyenne...	4,2
Poudre C 2 (fluosilicate de baryum à 20 p. 100.)	1	140		7,8
	2	189		7,9
	3	183		11,4
	Total.....	512	Moyenne...	9,1
Poudre D (fluosilicate de baryum et cryolithe) (20 % fluoxilicate, 16 % de cryolithe.)	1	136		2,2
	2	110		2,7
	3	142		7,0
	Total.....	388	Moyenne...	3,8
Poudre E (roténone)	1	193		4,6
	2	143		8,3
	3	177		5,6
	Total.....	513	Moyenne...	6,0

La quantité d'arsenic résiduel en milligramme par kilogramme de fruits était de :

2,027 sur les arbres ayant reçu les cinq applications liquides;

10,194 sur les arbres ayant reçu à la fois les cinq applications liquides et trois poudrages;

9,328 sur les arbres ayant reçu deux applications liquides complétées par trois poudrages à la poudre A.

Les résultats obtenus au moyen des poudrages sont en tous points comparables à ceux donnés par les applications liquides. Nos essais viennent donc pleinement confirmer ceux de R. E. Smith.

L'arséniate de chaux a donné des résultats remarquables dans l'ensemble et semble se classer nettement en tête. L'établissement d'une échelle d'efficacité entre les produits paraît toutefois délicate par suite des grands écarts enregistrés entre les pourcentages de fruits véreux, aussi bien sur les arbres témoins que sur ceux traités avec la plupart des produits.

Si, dans l'ensemble, les composés fluorés ont donné de bons résultats, nous devons toutefois faire remarquer que, en 1936, sans qu'il y ait eu brûlures nettes, tous ces produits ont provoqué un durcissement de l'épicarpe. La proportion de fruits fendus sur les arbres traités avec eux a été beaucoup plus forte que sur les autres. Aussi, corrélativement, la proportion de fruits véreux a-t-elle été plus élevée que sur les arbres traités à l'arséniate de chaux ou ayant reçu les applications liquides seulement. En 1935, année à printemps beaucoup moins humide, si des fentes ont été nombreuses sur les fruits traités à la poudre C. 2 au fluosilicate, nous n'en avons pas observées sur ceux ayant reçu les poudres à base de cryolithe. Utilisé au cours d'une période sèche, ce produit a donné au contraire des résultats remarquables, sans dommages pour la végétation.

Essais sur les mouillants et adhésifs.

(Verger de M. Dufour, à Avignon.) — Dans un travail précédent (25), paru dans cette même revue, nous avons exposé nos premiers essais sur l'effet de l'addition de quelques mouillants à deux types de bouillies cupriques, additionnées l'une d'un arséniate de plomb, l'autre de cryolithe et susceptibles d'être utilisées dans la lutte simultanée contre le Carpocapse et la Tavelure. Nous avons repris nos essais en 1936 sur la variété de Poirier *Monsallard,* dont les fruits sont plus difficiles à mouiller que ceux de la variété *Giffard* sur laquelle avaient porté nos essais précédents, en ayant pour but de faire ressortir l'intérêt que pouvait présenter l'adjonction d'un adhésif ou d'un mouillant à la formule sans

cuivre utilisée pour l'exécution des seuls traitements complémentaires : suspension aqueuse d'arséniate diplombique F ou de cryolithe.

Nos essais ont été faits avec les mêmes mouillants ou adhésifs que l'année précédente : caséine, alcool amylique (iso-amylique), sels biliaires, résine et alcools terpéniques sulfonés. Ces produits ont été employés ajoutés à une suspension aqueuse d'arséniate diplombique F ou de cryolithe à 1 p. 100 suivant les indications portées sur les tableaux II et III.

II. — Bouillie à l'arséniate diplombique.

NATURE DES ÉLÉMENTS ACTIFS du MOUILLANT OU DE L'ADHÉSIF ajouté à la bouillie.	QUANTITÉ DU PRODUIT à l'hectolitre.	OBSERVATIONS SUR LA TENUE de la bouillie après l'addition du produit.	NOMBRE DE GOUTTES au compte-gouttes de Duclaux.
Bouillie sans mouillant ni adhésif	»	Ne mousse pas.	1... 102 2... 101
Caséine 1°	50 grammes.	Mousse un peu.	1... 100 2... 100
Caséine 2°	150 grammes.	Mousse un peu.	1... 101 2... 101
Alcool amylique	1 litre.	Ne mousse pas.	1... 170 2... 170
Sels biliaires	1 lit. 250.	Mousse beaucoup.	1... 143 2... 141
Résine colloïdale	1 litre d'une solution à 0 kil. 500.	Mousse très abondamment.	1... 120 2... 123
Alcools terpéniques sulfonés	*a*. 250 grammes d'un produit à 80 p. 100 (mouillant A).	Mousse beaucoup.	1... 213 2... 215
Alcools terpéniques sulfonés	*b*. 250 grammes d'un produit à 90 p. 100 (mouillant B).	Mousse beaucoup.	1... 195 2... 200

III. — Bouillie à la cryolithe.

NATURE DES ÉLÉMENTS ACTIFS du MOUILLANT OU DE L'ADHÉSIF ajouté à la bouillie.	QUANTITÉ DU PRODUIT à l'hectolitre.	OBSERVATIONS SUR LA TENUE de la bouillie après l'addition du produit.	NOMBRE DE GOUTTES au compte-gouttes de Duclaux.
Bouillie sans mouillant ni adhésif	»	Mousse peu.	1... 100 2... 101
Caséine	50 grammes.	Mousse un peu.	1... 105 2... 103
Alcool amylique	1 litre.	Ne mousse pas.	1... 166 2... 166
Sels biliaires	1 litre 250.	Mousse beaucoup.	1... 143 2... 140
Résine colloïdale	1 litre d'une solution à 0 kil 500.	Mousse très abondamment.	1... 127 2... 120
Alcools terpéniques sulfonés	250 grammes d'un produit à 90 p. 100 (mouillant B)	Mousse un peu.	1... 197 2... 197

Les essais avec la bouillie arsenicale ont porté sur 4 arbres pour chacun des produits essayés : 2 arbres de 10 ans (numérotés 1 *a* et 2 *a*.) et 2 arbres de 8 ans (numérotés 1 *b*. et 2 b.). Le lot témoin était de 6 arbres (2 de 10 ans et 4 de 8 ans).

Ces poiriers avaient reçu, au préalable, deux applications d'une bouillie bordelaise arsenicale effectuées les 15 avril et 6 mai.

Les essais avec la bouillie à la cryolithe ont été faits sur 3 arbres de 8 ans pour chacun des produits, arbres ayant également été traités les 15 avril et 6 mai à la bouillie bordelaise arsenicale.

Trois traitements ont été exécutés avec les bouillies additionnées du mouillant, les 27 ou

28 mai, 16 juin et 4 juillet. La récolte s'est échelonnée du 20 juillet au 8 août. Les résultats obtenus ont été les suivants :

ARBRES TRAITÉS AVEC LA BOUILLIE À L'ARSÉNIATE DIPLOMBIQUE.

	N° D'ORDRE DES ARBRES.	TOTAL des FRUITS RÉCOLTÉS.	P. 100 de FRUITS VÉREUX.
Témoin O 1 sans traitements	1 a	306	15,6
	2 a	195	22,0
	1 b	[illegible]	22,2
	2 b	[illegible]	34,8
	3 b	136	30,8
	4 b	151	28,4
	Total	1.005	Moyenne 23,6
Témoin O 2. Arséniate diplombique sans mouillant ni adhésif	1 a	467	4,4
	2 a	[illegible]	2,7
	2 b	[illegible]	1,3
	3 b	143	2,0
	Total	1.047	Moyenne. 3,2
Caséine 50 grammes à l'hectolitre	1 a	573	3,4
	2 a	470	2,9
	1 b	98	1,0
	2 b	77	1,2
	Total	1.218	Moyenne. 2,9
Caséine 150 grammes à l'hectolitre	1 a	581	1,2
	2 a	422	1,4
	1 b	155	0,6
	2 b	97	1,0
	Total	1.255	Moyenne. 1,1
Alcool amylique	1 a	[illegible]	2,3
	2 a	474	4,8
	1 b	[illegible]	0,0
	2 b	142	2,1
	Total	957	Moyenne. 3,4
Sels biliaires	1 a	[illegible]	3,8
	2 a	443	2,7
	1 b	107	0,0
	2 b	126	2,3
	Total	[illegible]	Moyenne. 2,6
Résine calcinable	1 a	394	2,2
	2 a	210	4,2
	1 b	[illegible]	1,0
	2 b	131	0,0
	Total	919	Moyenne. [illegible]
Alcools terpéniques sulfonés Mouillant A	1 a	408	2,9
	2 a	481	1,6
	1 b	136	2,2
	2 b	149	2,6
	Total	1.174	Moyenne. 2,2
Mouillant B	1 a	[illegible]	1,9
	2 a	[illegible]	3,1
	1 b	[illegible]	0,9
	2 b	130	2,3
	Total	1.288	Moyenne. 2,2

ARBRES TRAITÉS À LA BOUILLIE À LA CRYOLITHE.

	N° D'ORDRE DES ARBRES.	TOTAL des FRUITS RÉCOLTÉS.	P. 100 de FRUITS VÉREUX.
Témoin O 2. Cryolithe sans mouillant ni adhésif.....	1	70	18,5
	2	162	4,9
	3	170	2,3
	Total	402	Moyenne. 6,2
Caséine 50 grammes à l'hectolitre.....	1	106	1,8
	2	126	2,3
	3	144	3,4
	Total	376	Moyenne. 2,6
Alcool Amylique.....	1	158	5,0
	2	105	5,6
	3	118	2,5
	Total	381	Moyenne. 4,4
Sels biliaires.....	1	104	13,4
	2	167	5,3
	3	138	4,3
	Total	409	Moyenne. 7,0
Résine colloïdale.....	1	146	6,1
	2	104	9,8
	3	115	6,9
	Total	365	Moyenne. 5,7
Alcools terpéniques sulfonés. Mouillant B.....	1	127	3,1
	2	124	4,8
	3	128	3,1
	Total	379	Moyenne. 3,6

10 fruits arrivés à maturité, provenant de chacun des lots traités à l'arséniate diplombique furent analysés au Laboratoire de Phytopharmacie.

Les résultats furent les suivants :

ARSENIC EN MILLIGRAMMES PAR KILOGRAMME DE FRUITS.

Arséniate diplombique seul, sans mouillant, ni adhésif.....	2,027	Alcool amylique.....	3,296
Arséniate avec 50 grammes de caséine.	2,000	Sels biliaires.....	2,153
Arséniate avec 150 grammes de caséine.....	2,218	Résine colloïdale.....	2,413
		Mouillant A.....	3,738
		Mouillant B.....	2,379

Les écarts constatés entre les pourcentages de fruits véreux sur les arbres traités avec la même bouillie sont très sensibles. D'autre part, les différences entre les proportions de poires attaquées sur les poiriers traités avec les divers mouillants sont insignifiantes dans l'ensemble. Il ne nous est donc pas permis de dresser une échelle d'efficacité.

L'addition d'un mouillant ou d'un adhésif même ne semble avoir augmenté que fort peu la valeur d'une formule, déjà excellente. Nous devons, toutefois, dire que nous avons procédé nous-même aux pulvérisations avec le plus grand soin, évitant toute insuffisance ou tout excès de liquide sur les arbres traités avec la simple suspension d'arséniate et nous efforçant de réaliser le mieux possible le *coarse coverage* de R. SMITH, revêtement qui ne s'était guère révélé inférieur, dans les essais de cet auteur, au *film coverage*, obtenu par l'adjonction d'un

mouillant. Il est donc possible, qu'en pratique, l'addition d'un tel produit venant suppléer en partie aux insuffisances d'une main-d'œuvre peu entraînée, ou peu soigneuse, permette d'obtenir des résultats nettement supérieurs.

Conclusions.

Malgré la gravité des attaques du Carpocapse dans la région d'Avignon, la lutte contre cet insecte permet d'assurer une protection très satisfaisante de la récolte. Telle est la conclusion générale qui se dégage de nos essais.

Des différences assez nettes au point de vue efficacité se manifestent entre les différents arséniates auquels l'arboriculteur peut avoir recours actuellement. Celles-ci ne paraissent pas liées à la nature du métal associé à l'arsenic. Malgré ces différences, nous pouvons dire que la plupart des arsenicaux du commerce donnent en pratique des résultats satisfaisants, qu'il s'agisse d'arséniates de plomb, d'alumine, de cuivre ou même de chaux.

Pendant l'époque où l'emploi des composés d'arsenic est prohibé, la lutte demeure possible au moyen d'un certain nombre de produits de remplacement : composés fluorés ou roténonés, nicotine, huiles blanches et très probablement aussi thiodiphénylamine. Les poudrages permettent d'assurer la défense au même titre que les applications liquides, fait d'importance pour certains vergers situés loin de points d'eau.

La méthode de lutte que nous avons conseillée aux arboriculteurs de notre région consistait jusqu'à présent à effectuer un premier traitement arsenical à la chute des pétales, puis à continuer de traiter régulièrement jusqu'à trois semaines avant la récolte, en ne laissant jamais passer plus de trois semaines entre deux traitements consécutifs, le nombre des opérations à faire étant d'autant plus élevé que la variété murit plus tard en saison. Nous leur recommandions d'employer l'arsenic aussi longtemps que possible puis, pour les traitements tardifs *indispensables,* de faire un choix parmi les produits de substitution dont nous avons vérifié l'efficacité et dont aucun, jusqu'à présent, n'a affirmé de supériorité nette. Cette méthode se rapproche de celle préconisée par Balachowsky et Viennot-Bourgin pour la région parisienne, qui conseillent de traiter à partir du 1er juin et de renouveler les applications de quinze jours en quinze jours jusqu'au 1er août. Mise en œuvre depuis quelques années déjà chez un certain nombre d'arboriculteurs des environs d'Avignon, elle a donné d'excellents résultats et a permis de défendre efficacement la récolte. Mais, bien qu'elle ait été sanctionnée par l'expérience de la pratique, nous ne considérons pas cette manière de faire comme immuable et croyons qu'il pourrait être possible à l'avenir de la perfectionner encore en réduisant le nombre d'applications nécessaires.

Nous ne discuterons pas sur l'efficacité du traitement à la chute des pétales, considéré actuellement comme à peu près inutile pour la défense contre le Carpocapse par Balachowsky et Viennot-Bourgin, comme indispensable par Paillot. La question ne présente que peu d'importance pour l'arboriculteur, puisqu'un tel traitement reste toujours indiqué contre la Tavelure et que l'addition d'un arséniate au fongicide nécessaire ne grève que peu le prix de revient de la bouillie et permet de défendre les fruits nouvellement formés contre un certain nombre d'insectes : larves d'hoplocampes et chenilles diverses. La détermination précise de l'époque où commence le vol permettra d'effectuer le second traitement, essentiellement dirigé contre le Carpocapse, au moment le plus favorable. Cette détermination pourra être faite au moyen de pots-pièges placés dans les arbres et en suivant l'évolution de larves et de nymphes ayant hiverné et mises en élevage dans le verger même. Ainsi retardé ce traitement n'en sera que plus efficace.

Comme pour le premier traitement, c'est une bouillie arsenicale qu'il y a lieu de conseiller de préférence aux arboriculteurs, sauf toutefois dans le cas de variétés très précoces dont la récolte doit s'effectuer moins de deux mois après cette application. Pour augmenter la durée d'action de la bouillie, l'addition d'huiles semble recommandable. Elle nous paraît

pouvoir également être conseillée si la cryolithe ou la nicotine devaient être substituées à l'arséniate. En assurant une plus longue persistance du produit sur les feuilles, elle peut permettre de ralentir la cadence des applications. Toutefois, cette addition ne nous paraît pas dépourvue de tout danger pour la végétation et nous croyons qu'il serait imprudent de généraliser l'emploi des huiles à tous les traitements ultérieurs indispensables.

Dans l'Ouest et le Nord de la France, le vol du Carpocapse est à peu près continu. La méthode des traitements d'assurance, répétés à intervalles réguliers, y est tout indiquée. Dans notre région, selon les années, il peut y avoir un vol continu à prises de papillons réparties régulièrement dans le temps, ou deux vols distincts, séparés par une période plus ou moins longue où l'on ne réalise aucune capture. Dans le second cas, il paraît possible d'arrêter pendant un certain temps l'exécution des traitements pour les reprendre dès le début du second vol. Cette méthode permettrait d'obtenir avec des frais moindres une défense meilleure encore, mais elle implique la nécessité de suivre avec le plus grand soin le comportement annuel de l'insecte dans le verger. Un tel travail, difficile à exécuter par les arboriculteurs pourrait utilement être confié à un Service spécial d'avertissements, dont la création nous paraît susceptible de rendre les plus précieux services.

BIBLIOGRAPHIE.

1. 1935. Balachowsky (A.) et Mesnil (L.). — Les insectes nuisibles aux plantes cultivées (T. I, Paris.).

2. 1935. Balachowsky (A.) et Viennot-Bourgin (G.). — Note sur le cycle évolutif du Carpocapse dans la région parisienne. (*C. R. Ac. Agric. France,* t. XXI, p. 1012.)

3. 1936. Balachowsky (A.) et Viennot-Bourgin (G.). — Recherches sur le comportement du Carpocapse en vue de l'établissement rationnel des traitements insecticides dirigés contre cet insecte. (*C. R.Ac. Agric. France,* t. XXII, p. 783-788.)

4. 1928. Bordas (J.) et Joessel (P.-H.). — Les maladies des arbres fruitiers dans la vallée du Rhône en 1927. (*Bull. Off. Rég. Agric. Midi,* année 1928, n° 28, p. 178-200.)

5. 1932. Bordas (J.) et Joessel (P.-H.). — Quelques remarques relatives à l'emploi des arsenicaux en culture fruitière. (*Ann. d'Hygiène N. S.,* n° 12, p. 713-727.)

6. 1936. Borden (A.-D.). — Codling Moth and spray residue studies in California. (*J. Econ. Entom.,* t. XXVII, p. 951-956, 1935. — Analysé dans *Ann. Epip. et Phytog.,* t. II, p. 437.)

7. 1934-1935. Bovey (P.). — Observations sur le cycle évolutif de *Laspeyresia* (*Carpocapsa*) *pomonella L.* (*Extrait du Bulletin de la Murithienne* [Société valaisienne de Sciences naturelles], fasc. LII, p. 45-65.)

8. 1937. Bovey (P.). — Recherches sur le Carpocapse des prunes. (*Laspeyresia* (*Grapholita*) *funebrana Tr. Rev. Path. vég. et Ent. agric.,* t. XXIV, p. 189-317.)

9. 1917. De Selem (F.-E.). — Nicotine sulphate for Codling Moth control. (*Yahima Co., Wash. Hort. Dept. Ann. Rept.,* 1916, p. 62-72 [cité par Newcomer and Yothers].)

10. 1937. Diamond (V.-R.). — Phenothiazine as a control for Codling Moth in the Pacific Northwest gives good results. (*Agric. News. Letters.,* p. 17-20, vol. 5, n° 2, February 1937.)

11. 1935. Driggers (B.-F.). — Further experiments with fixed nicotine compounds in Codling Moth control. (*Journ. Econ. Entom.,* t. XXVIII, p. 162-171. - Analysé dans *Ann. Épip. et Phytog.,* t. II, p. 434.)

12. 1936. Driggers (B.-F.). — Codling Moth experiments in New Jersey in 1935. (*J. Écon. Ent.,* t. XXIX, p. 369-378, 1936. (Analysé dans *An. des Épip. et Phytog.,* t. III, p. 369.)

13. 1934. Dufrenoy (J.). — Technique et organisation de la lutte contre les ennemis du Pommier aux États-Unis. (*Journées pomologiques de Rouen,* 1 vol., 137 p.)

14. 1936. Dufrenoy (J.). — Méthodes statistiques appliquées à la Pathologie végétale. (*Ann. Épip. et de Phytog.,* N. S., t. I, p. 197-256.)

15. 1921. Feytaud (J.). — Essais de bouillies mixtes pour le traitement des arbres fruitiers. (*Ann. des Épip.*, t. VII, p. 195-236.)

16. 1932. Feytaud (J.). — Recherches sur le Doryphore. (*Ann. des Épip.*, t. XVIII, p. 97-220.)

17. 1932. Glenn (P.-A.). — Codling Moth investigations of the State Entomologist's Office. (*Illinois Nat. Hist. Survey*, vol. XIV, art. VII, *Urbana* [cité par P. Bovey].)

18. 1936. Guy (H.-G.), Rice (P.-L.) et Stearns (L.-A.). — Effect of procedure on performance of certain insecticides recommanded for Codling Moth. control. (*Journ. Of. Eco. Ent.*, t. XXIX [analysé dans *Ann. Épip. et Phytog.*, N. S., t. III, p. 168].)

19. 1935. Harman (S.-W.), Reed (T.-W.) and Mack (G.-L.). — The insecticidal efficiency of various nicotine compounds for control of the Codling Moth, 1934. (*J. Écon. Ent.*, t. XXVIII, p. 109-112 [analysé dans *Ann. Épip. et Phytog.*, N. S. T. II. p. 434].)

20. 1935. Hodgkiss (H.-E.). — The Codling Moth situation in Pensylvania. (*Journ. Écon. Entomol.*, t. XXVIII, p. 609-612 [analysé dans *An. Épip. et Phytog.*, N. S., t. II, p. 35].)

21. 1934. Hough (W.-S.). — Colorado and Virginia strains of Codling Moth in relation to their ability to enter sprayed and unsprayed apples. (*Journ. of. Agric. Res.*, vol. 84, p. 533-553.)

22. 1935. Joessel (P.-H.). — Remarques sur la biologie du Carpocapse. (*Bull. Off. Rég. Agric. Midi*, n° 53.)

23. 1934. Joessel (P.-H.) et Suau (J.). — Essais de traitements contre le Carpocapse en 1933. (*Bull Off. Rég. Agric. Midi*, n° 49, janvier 1934.)

24. 1935. Joessel (P.-H.) et Suau (J.). — Essais de traitements contre le Carpocapse en 1934 (*Bull. Off. Rég Agric. Midi*, n° 55, juillet 1935.)

25. 1936. Joessel (P.-H.) et Suau (J.). — Produits mouillants ou adhésifs dans les traitements mixtes contre le Carpocapse et la Tavelure. (*Ann. Épip. et Phytog.*, N. S., t. II, p. 31-49.)

26. 1918. Lecaillon (A.). — Sur l'emploi des insecticides arsenicaux pour combattre la pyrale des pommes et des poires (*Carpocapsa pomonella*). [*An. des Épip.*, t. V, p. 49-53.]

27 1936. Mac Govran (E.-R.). — Laboratory tests with impregnated oil as Codling Moth larvicides. (*J. Off. Econ. Entomolog.*, t. XXIX, n° 2, p. 417-420, avril 1936 [analysé dans *Ann. Epip. et Phytog.*, n° 3, t. III, p. 170.)

28. 1916. Marchal (P.). — Les sciences biologiques appliquées à l'agriculture. (*Ann. Serv. Épip.*, t. III, p. 31- 382.)

29. 1919. Marchal (P.). — Les traitements arsenicaux et les traitements mixtes des arbres fruitiers. (*Ann. Serv. Épip.*, t. VI, p. 242-280.)

30. 1930. Marchal (P.). — Remarques au sujet des traitements des arbres fruitiers. (*C. R. Ac. Agric. France*, t. XIV, p. 901-913.)

31. 1906. Marlatt (C.-L.) and Orton (W.-A.). — The control of the Codilng Moth and apple scab. (*U. S. A. Dept. Of. Agric. Farm. Bull.* 247.)

32. 1936. Marshall (G.-E.). — New method of Codling Moth control in theory and pratic. (*Journ. Econ. Entom.*, t. XXIX, p. 669-671, 1936 [analysé dans *Ann. Épip. et Phytog.*, N. S., t. III, p. 312].)

33. 1936. Marshall (J.) and Groves (K.). — Three years study of calcium arsenate for Codling Moth control. (*J. Econ. Entom.*, t. XXIX, p. 653-669 [analysé dans *Ann. Épip. et Phytog.*, N. S., t. III, p. 312, 1937].)

34. 1918. Massonat (E.). — Applications de la méthode arsenicale à la culture fruitière de la région lyonnaise. (*An. Serv. Épip.*, t. V, p. 54-59.)

35. 1934. Moreau (L.) et Vinet (E.). — Réunion générale du groupement pour la production fruitière en Anjou. (*Rapport du 15 décembre 1934.*)

36. 1934-1935. Moreau (L.) et Vinet (E.). — De l'amélioration et de la défense de la production fruitière. (*An. Épip. et Phytog.*, N. S., t. I, p. 257-275.)

37. 1935. Moreau (L.) et Vinet (E.). — Réunion générale du Groupement pour la production fruitière en Anjou (*rapport du 12 novembre 1935*).

38. 1935. Malenotti (E.). — Terzo contributo alla lotta contro i nemici del melo. (*Roma, Ramo editoriale degli agricoltori 1935*, t. XIII.)

39. 1932. Newcomer (E.-J.) and Yothers (M.-A.). — Experiments with insecticides for Codling Moth control. (*U. S. Dept. Agric. tech. Bull.*, n° 281, 28 p.)

40. 1933. Newcomer (E.-J.) and Carter (R.-H.). — Studies of fluorine compounds for controlling the Codling Moth. (*U. S. Dept. Agric. tech. Bull. 373.*)

41. 1921. Paillot (A.). — Les traitements simultanés contre les maladies cryptogamiques et les insectes parasites des arbres fruitiers par les bouillies mixtes. (*Ann. des Épip.*, t. VII, p. 169-191.)

42. 1931. Paillot (A.). — *Les insectes nuisibles des vergers et de la vigne.* (1 vol., 366, Paris.)

43. 1935. Paillot (A.). — Nouvelles expériences sur le traitement des poiriers et pommiers contre la Tavelure et le Carpocapse. (*C. R. Ac. Agric. France*, t. XXI, p. 1108-1111, 1937.)

44. 1936. Paillot (A.). — Nouvelles observations sur la biologie du Carpocapse et sur les traitements insecticides et fongicides des poiriers et pommiers. (*C. R. Ac. Agric. France*, t. XXII, p. 867-870.)

45. 1935. Parks (T.-H.). — Present status of Codling Moth control in Ohio. (*Journ. Econ. Entom.*, t. XXVIII, p. 612-613 [analysé dans *Ann. Épip. et Phytog.*, t. II, p. 435].)

46. 1935. Persing (C.-O.). — A discussion of various oils in spray combination with lead arsenate, cryolithe and barium fluosilicate. (*Journ. Econ. Ent.*, t. XXVIII, p. 933-940, 1935 [analysé dans *Ann. Épip. et Phytog.*, t. II, p. 436].)

47. 1936. Pivert (A.). — Observations sur le comportement du Carpocapse en Anjou au cours des années 1934-1935. (*Rev. Path. vég. et Ent. agric. France*, t. XXIII, p. 91-100.)

48. 1931. Pussard (R.). — A propos de *Laspeyresia* (*Carpocapsa*) *pomonella L.* (*Rev. de Path. végét. et Ent. Agric.*, t. XVIII, p. 87-104.)

49. 1911. Quaintance (A.-L.), Jennel (E.-L.), Scott (E.-W.) and Brancher (R.-W.). — The one spray method in the control of the Codling Moth and the Plum Curculio. (*U. S. Dept. Agric. Bur. Ent. Bull.* 80.)

50. 1912. Quaintance (A.-S.) and Scott (W.-M.). — The one spray method in the control of the Codling Moth and the Plum Curculio. (*N. S. A. Rev. of Ent. Bull 115.*)

51. 1914. Quaintance (A.-L.). — The control of the Codling Moth in the Pecos Valley in New Mexico (*Bull. of the U. S. Dept. of Agric.* n° 88, 8 p. [cité par Marchal, 29].).

52. 1935. Régnier (R.). — Des conditions d'efficacité des traitements contre le Carpocapse (*Laspeyresia pomonella L.*) en Normandie. (*C. R. Ac. Agric. France*, t. XXI, p. 1107-1110.)

53. 1935. Régnier (R.). — Le rôle des traitements de printemps en Arboriculture fruitière. (*Rapport présenté au Congrès pomologique du Mans, en octobre 1935.*)

54. 1936. Salzberg (P.-L.). — Thiodiphenylamine a new synthetic substitute for lead arsenate in control of Codling Moth, p. 26-27. (*Agric. News Letter*, vol. 4, n° 3, narch. 1936.)

55. 1927. Shellford (V.-E.). — An experimental Investigation of the Relations of the Codling Moth to Weather and Climate. (*Illinois Nat. Hist. Survey.*, vol. XVI, art. V et VI, Urbana [cité par P. Bovey].)

56. 1936. Sherman (F.). — Eight season's tests in Codling Moth control in Michigan. (*J. Econ. Ent.*, t. XXIX, p. 653-655 [analysé dans *Ann. Épip. et Phytog.*, N. S., t. III, p. 311].)

57. 1936. Siegler (E.-H.), Murger (F.) and Smith (L.-E.). — Laboratory tests of phenothiazine agianst Codling Moth larvae. (*J. Ec. Ent.*, t. XXIX, p. 532-537 [analysé dans *An. Épip. et Phytog.*, N. S., t. III, p. 310].)

58. 1936. Smith (R.-H.). — The efficacy of lead arsenate in controlling the Codling Moth. (*Hilgardia*, vol I, n° 17, p. 403-453.)

59. 1936. Soulié (H.). — La lutte contre le ver des pommes dans le Puy-de-Dôme. (*Ann. Épip. et Phytog.*, N. S., t. II, p. 159-189.)

60. 1935. Stearns (L.-A.). — Comments concerning Codling Moth control in Delaware. (*J. Econ. Entom.*, t. XXVIII, p. 176-182 [analysé dans *An. des Épip. et Phytog.*, N. S., t. II, p. 435].)

61. 1934. Strong (L.-A.). — Memorandum on recommendation for Codling Moth control for 1934. (*Circ. Bur. of Entom. U. S. Dept. of Agric. 28 March 1934* [analysé dans les *Ann. Épip. et Phytog.*, t. II, p. 12.)

62. 1936. Vinson (G.-B.). — Substitutes for lead arsenate in Codling Moth sprays. (*Journ. Econ. Ent.*, t. XXIX, p. 655-658 [analysé dans *Ann. Épip. et Phytog.*, N. S., t. III, p. 311-312].)

63. 1936. Wortheley (H.-N.). — Codling Moth spraying experiments in Pensylvania in 1935. (*J. Econ. Ent.*, t. XXIX, p. 527-532 [analysé dans *Ann. Épip. et Phytogén.*, N. S., t. III, p. 31].)

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

SUR LA BIOLOGIE DU CARPOCAPSE EN FRANCE

ET SUR LES TRAITEMENTS INSECTICIDES ET FONGICIDES

DES POMMIERS ET DES POIRIERS,

par A. Paillot,

Les rapports qui précèdent ont mis en lumière les caractères particuliers du cycle évolutif du Carpocapse dans chacune des principales régions fruitières de France. Je me propose dans ce dernier chapitre d'exposer dans ses grandes lignes l'œuvre ainsi accomplie par les différentes Stations du Ministère de l'Agriculture. La biologie du parasite, telle qu'elle découle de ces recherches, servira de base à la méthode de lutte qui sera proposée et dont la mise en application contribuera largement à améliorer la valeur marchande de notre récolte fruitière.

Biologie du Carpocapse.

Laspeyresia pomonella L. est un Microlépidoptère largement répandu dans tous les pays du monde à l'exception des régions tropicales et des parties les plus septentrionales des continents américains, européens et asiatiques.

Comportement des adultes. — Les observations faites par Balachowsky et Viennot-Bourgin ont confirmé le fait, déjà établi par d'autres auteurs, que l'activité du papillon est à peu près nulle lorsque la température crépusculaire est inférieure à 15°5 C.; ces mêmes auteurs ont constaté, d'autre part, que l'humidité joue un rôle important dans le comportement des papillons. Enfin ils ont observé que les papillons se déplacent peu et restent généralement dans les vergers où ils ont pris naissance, fait confirmé par la disparition progressive des vers dans les vergers où l'on applique régulièrement les traitements arsenicaux.

La longévité du papillon est évaluée à 13-18 jours par les auteurs américains; ce fait a été confirmé par Balachowsky et Viennot-Bourgin pour les papillons d'élevage maintenus à température de 23 à 25° C. et 60 p. 100 d'humidité relative.

Caractères du vol des papillons de première génération. — La détermination des caractères du vol des papillons est capitale pour l'établissement du calendrier des traitements

Cette détermination est basée sur le résultat du piégeage au moyen de pièges alimentaires ou sur l'observation journalière des éclosions dans des cages d'élevage renfermant des chenilles hibernantes.

Les appâts-pièges sont constitués par de petits récipients (pots en grès ou en terre vernissée par exemple) renfermant un liquide attractif pour les papillons : lie de cidre additionnée de vinaigre (Moreau et Vinet, Régnier), eau mélassée, jus de pommes en fermentation. Les pots sont suspendus dans les arbres, protégés du soleil et de la pluie. Le nombre des prises journalières dépend incontestablement du nombre des papillons éclos; mais il dépend également d'autres facteurs : température, état atmosphérique (pluie, vent, etc.), pouvoir attractif du liquide garnissant les pièges, de sorte que le nombre obtenu ne donne pas une idée rigoureusement exacte de l'éclosion journalière des papillons.

L'observation des éclosions dans les cages d'élevage renfermant des bandes-pièges mises en place l'année précédente sur le tronc des arbres, donne des résultats plus précis à condition, toutefois, que les chenilles hibernantes enfermées dans les cages soient placées dans des conditions aussi voisines que possible des conditions naturelles.

L'échelonnement considérable des sorties de papillons a été constaté par tous les observateurs et résulte de l'action de facteurs sur la nature desquels on n'est pas très exactement fixé. D'après Régnier, les vols sont conditionnés principalement par la température qui doit se maintenir au-dessus de 16° C. pendant les premières heures de la nuit. L'influence des conditions météorologiques pendant la diapause et surtout à partir de sa rupture est indéniable et se manifeste par des écarts plus ou moins importants d'une année à l'autre dans la date d'apparition des premiers papillons. D'autre part, l'influence de la plante-hôte est incontestable : les chenilles qui vivent dans les poires donnent des papillons plus tôt que celles qui vivent dans les pommes et ces dernières, plus tôt encore que les vers qui évoluent dans les noix (Paillot). Enfin d'autres facteurs intrinsèques interviennent certainement dans la durée du cycle évolutif total, mais on ignore le mécanisme de leur action.

D'une manière générale, dans le Nord-Ouest il n'y a pas de vol important de Carpocapses avant le 20 juin; dans la région parisienne, les vols, d'après Balachowsky et Viennot-Bourgin, commencent à partir du milieu de mai ou du début de juin, mais les sorties massives se produisent au cours du mois de juin; dans la région de Quimper, les vols ne commencent guère avant le début du mois de juin; dans la région lyonnaise, ils ont lieu à partir de la deuxième quinzaine du mois de mai; la région d'Avignon ne présente que peu de différence avec la région lyonnaise, tandis que, dans le Bordelais, les éclosions peuvent être observées dès le commencement de mai; dans les régions du Centre, il existe des différences très sensibles, certaines années, entre les différentes régions fruitières : suivant le climat de chacune d'elles, les vols commencent vers la fin du mois de mai ou vers la mi-juin.

Les vols peuvent se prolonger pendant plus de deux mois; la courbe des éclosions présente plusieurs maxima qui correspondent assez bien aux maxima des températures moyennes journalières. La détermination de ces maxima est importante pour la fixation des dates de traitements, elle doit être faite par des postes d'observation judicieusement installés et placés sous le contrôle des Stations.

Deuxième génération de papillons. — L'existence d'une deuxième génération de papillons (désignée sous le nom de première génération par Balachowsky et Viennot-Bourgin et par Soulié) est normale dans beaucoup de régions fruitières; son importance varie

suivant les régions et suivant les conditions météorologiques de l'année. En Alsace, elle a été évaluée à 5 p. 100 du nombre total des chenilles hibernantes en 1936; de 2 à 7 p. 100 suivant les années, dans le Massif Central; de 15 à 50 p. 100 dans la région lyonnaise; à 20 p. 100 dans la région d'Avignon; en Normandie, la deuxième génération est à peu près inexistante; dans la région parisienne, elle est évaluée à 0,5 p. 100 par Balachowsky et Viennot-Bourgin.

La ponte. — La ponte commence peu après l'accouplement et se poursuit pendant presque toute la durée de la vie de la femelle; le nombre total des œufs pondus ne dépasse guère cinquante d'après Balachowsky et Viennot-Bourgin. Ces mêmes auteurs ont constaté que les œufs de la première génération sont déposés généralement sur les feuilles, isolément ou par groupe de deux ou trois. Soulié aurait même observé des pontes de sept œufs. La durée d'incubation est de vingt jours à 14° C.; à 20° C. et 75 % d'humidité, elle est comprise entre sept et douze jours (Balachowsky et Viennot-Bourgin).

Les chenilles. — Les chenilles de première génération errent un certain temps à la surface des feuilles et des fruits avant de pénétrer à l'intérieur de ceux-ci; au cours de cette période, qui dure de deux à cinq jours d'après Balachowsky et Viennot-Bourgin, elles s'attaquent à plusieurs reprises à la cuticule, ce qui détermine des zones de cicatrisation. Il était admis jusqu'ici que les chenilles de première génération pénètrent généralement dans le fruit par la cavité de l'œil; ce mode de pénétration est contesté par Balachowsky et Viennot-Bourgin; il apparaît bien cependant que, dans un certain nombre de variétés tout au moins, les poires Williams notamment, la cavité de l'œil est utilisée de préférence par les chenilles; à défaut de cette cavité naturelle, les chenilles utilisent les cicatrices accidentelles de la surface. Le mode de pénétration peut d'ailleurs varier suivant la conformation des fruits : c'est ainsi que Joessel a constaté que dans les variétés *Dr Jules-Guyot* et *Marguerite-Marillat*, où l'inclinaison du pédoncule de la poire peut former un angle de 90° avec l'axe du fruit, les chenilles pénètrent souvent dans son voisinage. Feytaud d'autre part avait constaté que, sur les Beurrés *Clairgeau*, l'entrée a lieu plutôt à l'extérieur du calice, dans le sillon formant col autour de lui. Chez le noyer, les premières chenilles écloses choisissent habituellement le calice pour pénétrer à l'intérieur du fruit, mais, par la suite, elles utilisent de préférence le point de contact de deux noix voisines; elles mettent assez longtemps pour traverser la couche épaisse du péricarpe ou brou; elles peuvent s'en nourrir exclusivement ainsi que M. Garavel l'a constaté en 1937 et 1938; mais l'évolution normale a lieu à l'intérieur de l'amande; la chenille pénètre à l'intérieur de celle-ci sans forer la coque mais en s'insinuant entre les deux valves à la base de la coque, au point que l'on désigne sous le nom d'ombilic.

Les pépins, comme les amandes des fruits à noyaux, semblent représenter pour les jeunes chenilles une nourriture de prédilection; c'est toujours vers ceux-ci qu'elles dirigent leur galerie de pénétration. Soulié a constaté d'autre part que les vers mis en présence de pépins frais cherchent à pénétrer à l'intérieur qu'ils rongent activement; il a observé en outre que, si les pépins sont peu nombreux (c'est le cas par exemple de la *Reinette du Canada*), la chenille, ne trouvant pas de nourriture en quantité suffisante pour terminer son développement, quitte le premier fruit après en avoir dévoré les pépins et s'attaque à un autre.

Les chenilles de deuxième génération pénètrent généralement dans les fruits par les côtés, le plus souvent au point de contact de deux fruits voisins ou d'une feuille et d'un fruit.

Fruits attaqués par le Carpocapse. — Les chenilles de Carpocapse s'attaquent non seulement aux fruits à pépins et aux noix, mais également aux pêches, aux abricots, aux prunes. Ces différentes espèces fruitières ne sont pas également attaquées; d'autre part il existe entre variétés d'une même espèce des différences assez importantes dans le degré de sensibilité aux attaques du Carpocapse. Dans la région d'Avignon par exemple, Joessel a constaté que le pommier constitue l'arbre de prédilection pour le Carpocapse; les pêches ne sont guère attaquées que les années de grande invasion, quand les fruits à pépins sont peu abondants et dans les régions où fruits à pépins et à noyau sont plantés concurremment; dans les régions où l'abricotier est presque la seule espèce fruitière cultivée, le Carpocapse n'existe pour ainsi dire pas; là au contraire où le poirier domine, les abricots véreux sont parfois très nombreux. Joessel a constaté que l'insecte semble marquer une préférence pour les fruits qui sont le plus près de leur maturité. J'ai constaté de mon côté que les variétés précoces, comme *Saint-Jean* et *Epargne* notamment, sont contaminées plus tôt que les variétés plus tardives, *Williams* par exemple, et surtout que les variétés d'hiver placées dans le voisinage.

Les écarts existant dans le pourcentage des fruits véreux des différents arbres de même espèce dans un même verger sont attribués, par Joessel, aux influences locales : éclairement, abondance des fruits, répartition sur de nombreuses bourses ou concentration sur un petit nombre de bouquets.

Ces constatations diverses peuvent avoir une grande importance dans l'évaluation des résultats des traitements comparatifs effectués dans les champs d'expériences.

Nymphose. — Parvenues au terme de leur évolution larvaire, les chenilles quittent le fruit resté sur l'arbre ou tombé à terre et recherchent un emplacement favorable pour tisser leur cocon ou *hibernaculum :* c'est généralement une crevasse de l'écorce de l'arbre sur lequel elles ont vécu ou un abri quelconque placé dans le voisinage de celui-ci.

Régnier a constaté qu'en Normandie, dans les régions fruitières où les arbres sont bien nettoyés, ce n'est pas dans les vergers mêmes que les vers hivernent en plus grand nombre, mais dans les bâtiments avoisinants et surtout, dans les salles de triage des fruits, des entrepôts de cageots de déballage qui servent pour la cueillette des fruits et dans les fruitiers. Une partie plus ou moins importante des chenilles, suivant les régions et les conditions météorologiques de l'année, entrent en hivernation dès le mois de juillet. La présence d'abris artificiels constitués par exemple par des bandes d'étoffe ou mieux, par des bandes de carton ondulé entourant le tronc des arbres, représente un point d'attraction pour les chenilles, particulièrement lorsque l'écorce de l'arbre est lisse.

La transformation des chenilles hibernantes en chrysalides commence en général en avril et se poursuit en mai et même en juin. D'après Balachowsky et Viennot-Bourgin la durée de la nymphose varie suivant la température et peut être évaluée à vingt-trente jours; cette durée peut être abaissée artificiellement à dix-douze jours lorsque la température moyenne est maintenue à 25° C. et l'humidité relative, à 55 p. 100.

La rupture de la diapause s'obtiendrait, d'après ces mêmes auteurs, par un séjour à basse température suivi immédiatement d'un séjour à température élevée. Cependant, les chenilles passant l'hiver dans des locaux où la température est constamment supérieure à 0° et varie insensiblement, restent en diapause jusqu'au printemps. L'abaissement de la température au-dessous de 0° ne serait donc pas nécessaire d'après Régnier pour provoquer une rupture de la diapause des chenilles.

Traitements combinés contre le Carpocapse et la Tavelure.

Les bouillies. — Le problème de la lutte contre le Carpocapse est étroitement lié à celui des traitements contre la tavelure; c'est pourquoi la plupart des formules préconisées pour la préparation des bouillies renferment des sels de cuivre. C'est généralement l'arséniate de plomb, et plus spécialement l'arséniate diplombique, qui constitue l'insecticide de choix contre le Carpocapse; c'est également celui dont l'emploi est le plus économique. On conseille généralement pour le premier traitement la bouillie bordelaise arsenicale préparée selon la formule :

Sulfate de cuivre	1 kilogramme.
Chaux	2 kilogrammes.
Arséniate diplombique (en poudre ou en pâte)	0 kg. 500 à 1 kilogr.
Eau	100 litres.

Il y a intérêt à employer, pour la fabrication de la bouillie, le sulfate et la chaux sous la forme de poudre fine (sulfate neige et chaux blutée ou fleur de chaux). La dose de sulfate est suffisante pour obtenir de bons résultats contre la tavelure; une dose plus élevée peut être d'ailleurs dangereuse pour les fruits. Déjà avec la bouillie à 1 p. 100 de sulfate, on constate, certaines années, des brûlures superficielles déterminant une teinte grisâtre persistante de la peau du fruit; cet accident se manifeste surtout au cours des années humides. Quelques variétés sont particulièrement sensibles à l'action du cuivre : c'est le cas par exemple de la variété de pommes *Calville blanc* que l'on a avantage à traiter avec bouillie sulfocalcique arsenicale.

L'addition de produits mouillants ou d'adhésifs n'augmente pas sensiblement l'efficacité de la bouillie. Par contre, de bons résultats sont obtenus par addition d'émulsions d'huile de paraffine (huile blanche) ou d'arachide. Ces huiles peuvent être émulsionnées facilement dans la bouillie arsenicale par l'intermédiaire de la caséine ou du lait écrémé; l'émulsion en bouillie arsenicale ajoutée à la bouillie bordelaise donne une bouillie mixte efficace à la fois contre le Carpocapse, la tavelure et les insectes piqueurs. On peut employer aussi les émulsions d'huile préparées à l'avance (émulsions commerciales d'huile blanche).

Divers insecticides de remplacement de l'arséniate de plomb ont été expérimentés : Joessel, par exemple, a étudié l'action insecticide, sur le Carpocapse, de la cryolithe, du tannate de nicotine et de la thiodiphénylamine; des résultats comparables à ceux que l'on obtient avec la bouillie arsenicale ont été constatés par lui; en ce qui concerne ce dernier produit, je dois signaler que les expériences faites à la Station de Saint-Genis-Laval ne confirment pas les conclusions de cet auteur : les arbres traités avec une bouillie renfermant 500 grammes de thiodiphénylamine par hectolitre n'ont présenté que peu de différence avec les témoins; de nouvelles expériences devraient être entreprises pour déterminer la valeur insecticide réelle de ce corps dont l'emploi est préconisé depuis plusieurs années déjà en Amérique par certains auteurs.

Epoques des traitements. — Les méthodes dites américaines comportent un assez grand nombre de pulvérisations (de 5 à 7 et même plus) effectuées depuis la floraison jusqu'en août; mais on ne peut songer à les appliquer dans notre pays caractérisé par son régime de petites et moyennes exploitations généralement très morcelées où le prix de revient des traitements représente une partie importante des frais d'entretien.

Les traitements doivent être combinés de telle sorte que l'on obtienne le maximum de résultats avec le minimum de dépenses; d'où la nécessité d'une réduction du nombre des pulvérisations. D'autre part, la loi concernant les arsénicaux est beaucoup plus sévère qu'en Amérique; elle limite leur emploi pour le traitement des poiriers et pommiers à une période qui ne s'étend pas au-delà de deux mois avant la récolte. La législation américaine est sévère par contre sur le dosage maximum des résidus arsenicaux tolérés sur les fruits livrés à la consommation, ce qui oblige les producteurs à traiter les fruits, au moment de la récolte, par une solution faible d'acide chlorhydrique, opération suivie de lavage à l'eau courante et de sèchage.

La méthode proposée par Balachowsky et Viennot-Bourgin s'inspire des méthodes américaines mais ne comporte cependant que quatre pulvérisations, la première étant effectuée seulement au début du mois de juin c'est-à-dire assez longtemps après la floraison. Or les expériences faites en 1919 et 1920 à la Station de Bordeaux et à celle de Saint-Genis-Laval ont démontré l'utilité incontestable du traitement effectué avant la complète défloraison aussi bien contre la tavelure que contre les vers. Les applications en grand réalisées depuis dans la région lyonnaise comme les nouvelles expériences poursuivies à la Station de Saint-Genis-Laval, ont montré à nouveau, indépendamment de l'action contre la tavelure et autres parasites, que la réserve de bouillie de l'œil du fruit agit effectivement contre les premières chenilles écloses. Pour ces diverses raisons, le premier traitement post-floral effectué avant la complète défloraison avec bouillie bordelaise arsenicale semble devoir être maintenu.

Le deuxième traitement, pour avoir son maximum d'efficacité, doit être appliqué au moment où éclosent les premières chenilles; ce moment, comme nous l'avons vu en étudiant la biologie du Carpocapse, varie d'une région à l'autre et même d'une année à l'autre. C'est pourquoi il y aurait intérêt à le déterminer avec précision par l'organisation des postes d'observation dont il a été question précédemment. Il est possible néanmoins, en se reportant aux observations faites jusqu'ici, de fixer approximativement la date à laquelle on peut appliquer le traitement. Dans le Nord-Ouest, la période favorable ne commence guère avant le 20 juin; dans la région de Quimper, vers le 10 juin; dans la région parisienne, au début de juin; le 20 mai dans celle d'Angers; fin mai ou début de juin suivant la nature des arbres dans la région lyonnaise; vers la mi-mai dans celle d'Avignon; au début de juin dans la région bordelaise; dès la deuxième quinzaine de mai en Alsace; fin mai dans le Loiret; début de juin dans le Puy-de-Dôme et mi-juin dans le Cher.

L'emploi de bouillie bordelaise arsenicale ou mieux, d'émulsion d'huile de paraffine ou d'arachide en bouillie bordelaise arsenicale nicotinée est à conseiller, au moins sur les variétés des vergers qui sont particulièrement sensibles à la tavelure.

Une troisième pulvérisation avec bouillie arsenicale seule ou mieux, avec émulsion d'huile en bouillie arsenicale nicotinée peut être conseillée trois semaines plus tard environ. En dehors de son action contre le Carpocapse et les Psylles, l'émulsion agit efficacement contre les larves de Kermès du poirier qui éclosent vers ce moment.

Des traitements tardifs contre la deuxième génération de Carpocapse ou contre les dernières chenilles de première génération qui éclosent parfois jusque fin juillet ou même en août, peuvent être nécessaires. C'est le rôle des Stations régionales de décider de leur opportunité et de déterminer la date de leur application. L'emploi des bouillies arsenicales n'étant possible que pour les variétés tardives dont les fruits sont récoltés fin septembre ou début octobre, il faut avoir recours, pour les autres variétés, aux

insecticides de remplacement dont l'emploi est autorisé par la loi : sulfate de nicotine associé à une poudre minérale (bentonite par exemple), tannate de nicotine ou cryolithe.

Technique des pulvérisations. — Le succès de la lutte contre le Carpocapse dépend non seulement de l'époque à laquelle est faite la pulvérisation, mais aussi et surtout peut-on dire, de la manière dont elle est exécutée. La plupart des échecs constatés jusqu'ici, dans la région lyonnaise tout au moins, ont été attribués surtout à une technique défectueuse de pulvérisation dont la raison doit être cherchée dans l'emploi d'appareils à débit et pression insuffisants. La pulvérisation des arbres contre le Carpocapse ne peut être comparée à celle de la vigne contre le mildiou. Si l'on veut réellement mettre les fruits à l'abri des attaques du parasite, il est indispensable de bien recouvrir de bouillie toute la surface du fruit et cette condition ne peut être réalisée dans de bonnes conditions que si l'on dépense une quantité relativement importante de bouillie par arbre. A cet égard, les pompes à bras ou à moteur spécialement étudiées pour le traitement des arbres de petites dimensions, peuvent rendre de très grands services surtout dans les plantations d'une certaine importance qui doivent être pulvérisées dans un minimum de temps.

On attache généralement une grande importance à la question de la pression; or ce facteur n'est pas le plus important, tout au moins dans les plantations ne comportant que des formes basses. L'expérience a montré que, dans de telles plantations, les pompes pulvérisant sous une pression de 6 à 8 kilogrammes donnent de meilleurs résultats que celles dont la pression est de 15 kilogrammes ou plus. Par contre, ces appareils à pression élevée, conviennent parfaitement pour les arbres haute-tiges. La pulvérisation des noyers exige même des appareils à pression plus élevée encore, nécessitant souvent l'emploi de lances à rallonge ou de tour télescopique portant l'ouvrier chargé de la pulvérisation.

Traitements complémentaires.

Ensachage des fruits. — L'ensachage précoce des fruits au moyen de sacs de papier garantit ceux-ci contre les attaques du Carpocapse. Cette méthode, d'application facile dans les vergers de petite étendue et ne comportant que des formes basses, est surtout recommandable pour les fruits d'automne et d'hiver. L'ensachage a déjà fait l'objet d'application en grand dans la région de Louviers (Régnier), dans celle d'Angers (Moreau et Vinet) et dans la région lyonnaise. D'après Moreau et Vinet la dépense nécessitée par l'achat des sacs de papier et leur mise en place était évaluée à 0 fr. 05 par fruit en 1936. On peut réduire encore le coût de l'opération en confectionnant soi-même les sacs avec déchets de papier autre que le papier de journal. La mise en place doit être terminée avant la ponte du Carpocapse c'est-à-dire dès la fin du mois de mai ou au début de juin si l'on veut éviter complètement les attaques du parasite. Mais à ce moment, les fruits sont encore petits et nombreux par bouquets; il faudrait donc, selon Moreau et Vinet, éclaircir avant l'ensachage. Ces mêmes auteurs ont montré que l'opération effectuée dans ces conditions ne nuit pas à la maturité des fruits et ne diminue pas leurs qualités gustatives. L'ensachage présente un intérêt particulier dans les régions où la Mouche des fruits (*Ceratitis capitata*) cause des dégâts importants parmi les fruits d'arrière-saison; c'est le cas en particulier dans la région lyonnaise et la Vallée du Rhône, où la Mouche détruit certaines années plus de 50 p. 100 de la récolte des poires d'automne et d'hiver.

Bandes-pièges. — On sait que les chenilles de Carpocapse recherchent tout particulièrement les abris naturels ou artificiels pour tisser leur *hibernaculum;* les abris artificiels sont d'autant plus recherchés que les naturels font défaut : ainsi sur des pommiers à écorce lisse et où les crevasses manquent presque totalement, les chenilles viennent en grand nombre se réfugier sous les bandes d'étoffe ou mieux, de carton ondulé dont le tronc des arbres est muni à ce moment. Les bandes de carton ondulé, d'une largeur de 16 centimètres environ, conviennent parfaitement pour jouer le rôle de bandes-pièges; elles sont mises en place autour du tronc des arbres dès le début du mois de juillet et fixées au moyen d'une ficelle ou d'un lien de raphia. La Station de Saint-Genis-Laval recommande l'emploi de ces bandes depuis 1930, principalement dans les plantations de pommiers et de noyers. Les expériences faites ont montré que ce procédé simple et peu coûteux est susceptible de réduire très sensiblement les invasions de Carpocapse. Les Américains ont conseillé d'imprégner au préalable les bandes avec un mélange de beta-naphtol ou d'alpha-naphtylamine et d'huile de paraffine. Les expériences faites à la Station de Saint-Genis-Laval, à celle de Rouen et à la Station centrale de Versailles ont montré que le beta-naphtol comme l'alpha-naphtylamine détruisent la plus grande partie des chenilles hibernantes; le principal avantage de l'imprégnation des bandes par ces produits réside dans le fait qu'on peut les laisser en place toute l'année. Dans le cas où l'on emploie des bandes simples au contraire, il est recommandé de les relever une première fois fin juillet pour détruire les chenilles dont une partie au moins peut donner naissance à des papillons de deuxième génération, et définitivement, au cours de l'hiver. Les bandes relevées sont détruites aussitôt par le feu; on peut aussi attendre la fin du mois d'avril afin de libérer les auxiliaires parasites qui éclosent généralement avant les papillons de Carpocapse.

Ramassage des fruits véreux. — Le ramassage des fruits véreux tombés à terre et leur destruction immédiate par enfouissement dans le sol ou mieux, leur emploi dans l'alimentation du bétail, permet de détruire une proportion importante de chenilles. On peut rappeler à ce sujet l'observation faite par Régnier en Normandie : dans les pré-vergers où le bétail consomme sur place les fruits tombés à terre, la proportion des fruits véreux est très sensiblement plus faible que dans les autres vergers; d'autre part on trouve beaucoup moins de chenilles hibernantes sous les écorces que sur les arbres où les fruits tombés restent sur place.

Mesures à prendre dans les fruitiers et les entrepôts de fruits. — Régnier a constaté qu'en Normandie, les fruitiers et les entrepôts représentent de véritables centres d'essaimage pour les papillons de Carpocapse, constatation déjà faite, d'autre part, aux Etats-Unis. Il y a donc lieu d'empêcher l'essaimage de ces papillons et Régnier recommande d'entreposer les cageots non sous des hangars ou des bâtiments ouverts, mais dans des locaux bien clos et, si possible, munis de fenêtres d'un seul côté de manière qu'au moment des éclosions, les papillons se concentrent vers les vitres où il est facile de les détruire. On peut recommander aussi le piègeage dans des récipients à large ouverture renfermant de la lie de cidre acétifiée ou de l'eau mélassée. Le grillage des fenêtres permettrait également d'éviter la sortie des papillons.

Les différentes mesures qui viennent d'être exposées peuvent suffire, ainsi qu'on l'a démontré en Amérique, à réduire très sensiblement les invasions du Carpocapse; mais elles ne peuvent toutefois dispenser du traitement chimique.

Imprimerie Nationale. — J. 100015-39.

CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DES HANNETONS

UN GRAND ENNEMI DES GAZONS :

AMPHIMALLON MAJALIS Razoumowsky,

par Robert Regnier,
Docteur ès sciences naturelles,
Directeur de la Station de Zoologie agricole de Rouen.

Lors du Congrès international d'Entomologie, qui s'est tenu à Madrid (6 au 12 septembre 1935), nous avons communiqué les premiers résultats de nos recherches sur les petits vers blancs, appartenant au genre *Rhizotrogus*, et déposé une note détaillée, qui devait paraître dans les comptes rendus du Congrès, et dont nous avons même eu l'occasion de corriger la première épreuve [1]. Les événements tragiques, dont l'Espagne a été le théâtre pendant trois ans, n'ont pas permis la publication de l'ouvrage. Devant l'incertitude de l'avenir, et en raison de l'intérêt que peuvent avoir nos observations, au moment où l'étude si complexe des Hannetons est reprise simultanément dans plusieurs pays, nous nous sommes décidé à les consigner dans le présent mémoire.

La question des petits vers blancs n'est pas nouvelle; elle préoccupe à juste titre beaucoup de services entomologiques, en particulier ceux d'Afrique du Nord, où les espèces sont nombreuses, et ceux de l'Ile Maurice, où ils constituent l'un des fléaux les plus redoutables pour la canne à sucre. Dans les îles britanniques *Amphimallon solstitialis* L. est considéré presqu'aussi nuisible que *Melolontha melolontha* L. [2] et, en outre, les dégâts se combinent à ceux d'un autre scarabéide très voisin, *Serica brunnea* L. Nous ne citons que pour mémoire ici une autre espèce redoutable, *Popillia japonica* Newmann, d'origine asiatique, dont l'introduction accidentelle aux États-Unis, dans la région de Philadelphie, s'est révélée comme l'une des plus calamiteuses [3]. Ce ruté-

[1] Régnier (R.). — Contribution à l'étude de la biologie d'*Amphimallon majalis*. Razoumowsky (*A. rufescens* Latr.), ravageur des gazons. (*Congrès int. Ent. Madrid*, 1935.)

[2] Fidler (J. H.). — Some Notes on the Biology and Economics of some British Chafers (*Ann. app. Biol.*, 23, N. 2, p. 409-427 Cambridge, 1936).

[3] Régnier (R.). — L'organisation moderne de la Protection des Végétaux d'après l'exemple de quelques grands pays (*Ann. Epip.*, t. XVII, 1931, p. 134).

lide présente beaucoup d'analogie avec notre *Phyllopertha horticola* L., sur lequel notre attention a été attirée à diverses reprises par les agriculteurs de la région des Andelys (Eure).

La mise en valeur des terrains sablonneux de la rive gauche de la Seine aux environs de Rouen, et de la zone littorale du Calvados, devait redonner un regain d'actualité au problème de la lutte contre les petits vers blancs, dont la solution n'a pas manqué de nous préoccuper. Son étude nous a permis déjà non seulement d'être fixé sur l'origine et la nature des dégâts, mais aussi de préciser quelques détails biologiques, qui peuvent avoir leur importance pour les recherches à venir. Elle nous a permis en particulier de constater que si parmi les *Rhizotrogus* normands, *A. solstitialis* était l'espèce la plus répandue, c'était une erreur de le rendre responsable de la dévastation de tous les jardins et parcs de la région. L'examen des larves, et leur élevage nous ont convaincu que dans beaucoup de cas, il s'agissait d'un autre petit Hanneton, dont la biologie est beaucoup moins connue, *Amphimallon majalis* Raz. (= *A. rufescens* Latr.)

Les Rhizotrogus normands.

Louis Bedel [1] signale pour le bassin de la Seine sept *Rhizotrogus;* tous se trouvent en Normandie. Ils se répartissent en deux groupes : les *Rhizotrogus* s. st., qui ont dix

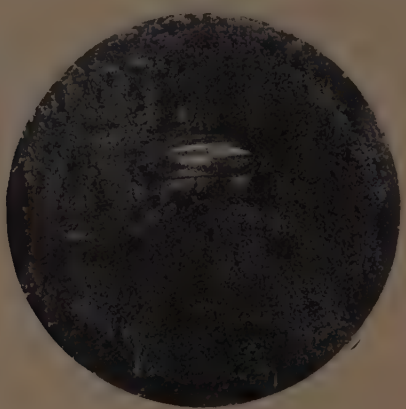


Fig. 1. — *Amphimallon majalis.*
Insecte parfait dans sa loge, en juin. (Grossi 3 fois.)

articles aux antennes, et les *Amphimallon* Serv., qui n'en ont que neuf, dont six avant la massue. Ces espèces sont les suivantes : *R. aestivus* Oliv., 14-19 millimètres, assez localisé, *R. cicatricosus* Muls, 14-17 millimètres, toujours rare, espèce plus précoce que les autres (mars-avril), *R. marginipes* Muls., 14-16 millimètres, un peu plus tardif (mai), et dont les catalogues de Fauvel et de Pasquet mentionnent quelques captures, *A. solstitialis* L., 16-19 millimètres, le plus répandu, notamment dans la zone littorale, *A. ater* Herbst (= *A. fuscus* Ol.), 12-14 millimètres, qui vole en plein soleil sur les collines calcaires de la vallée de la Seine, *A. ruficornis* Fabr. (= *A. marginatus* Muls.), 12 millimètres,

[1] Bedel (Louis). — Faune des Coléoptères du Bassin de la Seine, tome IV; *Scarabaeidae*, 1911 (*Soc. Ent. Fr.*), p. 120-128.

dont nous ne connaissons que des captures éparses, et dont la larve, d'après Germar, est nuisible aux céréales, et enfin *A. majalis* Raz. (= *A. rufescens* Latr.) signalé dans tous les départements normands, mais qui, malgré son abondance en quelques points, reste localisé.

Il est à noter que les mêmes espèces se rencontrent en Bretagne [1], où *R. aestivus* *R. marginipes*, *A. solstitialis* et *A. majalis* sont communs.

En Normandie [2], les trois espèces les plus importantes sont *R. aestivus*, *A. solstitialis* et *A. majalis*. *R. cicatricosus* est avant tout une espèce méridionale; il est possible, en raison des conditions dans lesquelles vivent les autres espèces, que leur présence ait échappé à beaucoup d'entomologistes, nous faisons donc toutes réserves sur leur degré de fréquence. Ce que nous venons de constater pour *A. majalis* prouve la difficulté de conclure, en se basant sur les résultats de quelques chasses.

Caractères et répartition géographique.

Amphimallon majalis Razoumowsky 1789 (= *Rhizotrogus rufescens* Latreille 1804) ne peut être confondu avec les deux autres espèces normandes communes, que nous avons citées; il est sensiblement plus petit, 11 à 14 millimètres, et s'en différencie par la

Fig. 2. — Dessin schématique
montrant la disposition des spinules centrales du dernier segment
chez *A. majalis* (*a*) et *A. solstitialis* (*b*).

couleur de la tête et du thorax, qui est d'un rouge fauve, par la ponctuation plus fine, les poils, sauf ceux du sternum, moins apparents, formant plutôt duvet (fig. 2 *a*), et les nervures moins accentuées. Il s'éloigne beaucoup plus de la forme du Hanneton commun (*M. melolontha*) qu'*A. solstitialis*, qui est le plus grand de nos *Rhizotrogus*, 16 à 19 millimètres, et qui a la tête et le thorax hérissés de poils jaunâtres et l'abdomen couvert de poils blancs. Enfin ses élytres ne portent jamais la large bande médiane foncée, qui caractérise le *R. aestivus*, dont le corps est en outre plus bombé.

La larve, étudiée par Perris [3] et Xambeu [4], a la forme arquée classique des larves de Melolonthides, connues sous le nom de «vers blancs» ou «mans» : le corps est blanc avec la tête et les pattes jaune-orange; l'épistome est très lisse, le labre subanguleux et rugueux, le troisième article des antennes plus long que le deuxième et le quatrième; le premier segment thoracique porte une plaque jaunâtre très étroite; les

[1] Houlbert (C.) et Monnot (E.). — *Faune entomologique armoricaine*. Coléoptères, Lamellicornes. Rennes, 1910.
[2] Régnier (R.). — Contribution à l'étude des *Rhizotrogus* nuisibles en Normandie (*Bull. Amis Sc. Nat. Rouen*, p. 113, 1934-35)
[3] Perris (E.). — Larves de Coléoptères, p. 115, 1877.
[4] Xambeu. — In *Ann. Soc. Linn. Lyon*, p. 144, 1902.

segments abdominaux sont couverts de soies rousses, à pointe dirigée en arrière; la fente anale est plus anguleuse que chez les *Melolontha*, l'extrémité de l'abdomen paraît un peu échancrée, la poche est renflée et spinulée, et les stigmates sont petits, d'un jaune testacé avec le tour rougeâtre.

Mais le caractère distinctif fondamental réside dans la disposition des spinules sur la face ventrale du dernier segment abdominal : on remarque au centre deux rangées très distinctes de grosses spinules courtes, qui convergent aux deux tiers environ de la longueur du segment, et forment un triangle allongé dont la pointe est occupée par une seule spinule, tandis que chez *A. solstitialis*, les deux rangées sont courtes, et presque parallèles, n'occupant que la moitié inférieure du segment. Chez *M. melolontha*, au contraire, c'est l'inverse : le triangle est plus allongé et plus étroit que chez *A. majalis* et monte beaucoup plus haut. A signaler également que, chez ce dernier, soies et spinules sont moins abondantes dans la partie inférieure du segment que chez les deux autres espèces (fig. 2).

La nymphe (fig. 4), 16 à 18 millimètres de long, a également été décrite avec beaucoup de soin par Xambeu [1]; elle est d'abord blanche, puis jaune; le corps est «arqué, glabre, luisant, finement ridé, convexe en dessus», la tête est bombée, les segments abdominaux transverses, étroits, «le dernier terminé par un style allongé, bifide», l'extrémité est brune, divergente, cornée, en forme de crochet, auquel adhère la dépouille larvaire pendant un certain temps. Xambeu écrit dans le *Naturaliste* que «la dépouille larvaire adhère toujours au crochet terminal de la nymphe»; si la chose est exacte au début de la vie nymphale, elle ne l'est pas plus tard; nous avons élevé des centaines de larves, et constaté que, grâce à sa grande mobilité, la nymphe parvenait à se débarrasser par la suite de cette dépouille, comme le montre la photographie que nous publions.

A. majalis se rencontre un peu partout en France, et notamment dans la région du Nord-Ouest, dans la région parisienne, et en Alsace; il est commun également dans les Landes, où ses mœurs ont été étudiées par Perris [2]; on le trouve dans le sud de l'Allemagne, le nord de l'Italie, la Suisse, en Corse, en Sardaigne, ainsi qu'en Espagne, où il a été signalé s'attaquant au feuillage des Conifères.

Dégâts causés par *A. majalis*.

Dans l'étude qu'il a publiée en 1910 dans *le Naturaliste*, Xambeu signale que la larve ronge les racines des Céréales, des Légumineuses et des Fraisiers. Perris (1877) avait déjà noté que la larve vivait des racines des plantes, et qu'elle était commune dans «tous les lieux herbeux», mais ni l'un ni l'autre ne donnent de détails sur l'importance de ses dégâts. Il en est de même de Bedel, qui se contente de noter sa présence dans les pelouses, les parcs et les jardins.

D'après les observations que nous avons faites depuis une dizaine d'années, la nuisibilité de cet insecte serait beaucoup plus grande qu'on ne le pensait jusqu'ici, notamment dans les sols sablonneux, et d'une façon générale dans les terres légères et sèches; comme beaucoup de Mélolonthides, il s'accommode mal des sols compacts, si nous en jugeons par ce qui se passe aux environs immédiats de Rouen, où seule la rive gauche est ravagée par la larve. C'est, à notre avis, un des plus grands destructeurs des gazons,

[1] Xambeu. — Mœurs et métamorphoses des espèces du genre *Rhizotrogus* (*Ann. Soc. Linn. Lyon*, 1895, p. 72 et *Le Naturaliste*, XXXII, p. 250, 1910).

[2] Perris (Ed.). — Résultats de quelques promenades entomologiques dans les Landes (*Ann. Soc. Ent. Fr.*, p. 91, 1873).

dont il ronge les racines, de préférence à toutes les autres plantes; des gazons, des larves passent de proche en proche aux plantes avoisinantes, mais avec une préférence marquée pour les Graminées, et pour les végétaux dont le chevelu est abondant, tels que les Fraisiers, les Légumineuses, et certains arbustes, comme les Troênes; nous les avons trouvées également au pied d'arbres fruitiers.

La densité des larves au mètre carré peut être considérable; elle ne paraît, sous notre climat, être atteinte par aucune espèce nuisible, de même importance. Nous avons noté les chiffres de 280, 303, 310 et 325 au mètre carré dans des pelouses ravagées; lors des derniers contrôles que nous avons effectués à Rouen même, le chiffre de 250 a été dépassé. Une telle densité a pour conséquence la destruction totale des gazons, et des plantes basses avoisinantes; quant aux arbustes et aux arbres fruitiers, ils se trouvent très affaiblis par ces attaques, qui favorisent celles d'autres insectes : c'est ainsi que récemment nous avons constaté une attaque assez grave de *Zeuzera pyrina* sur des Pommiers aux prises avec ces petits vers blancs.

L'absence de documentation précise à l'égard d'*A. majalis* tient, nous en sommes persuadé, à deux points : la similitude apparente de la larve et du cycle évolutif avec l'espèce la plus commune, *A. solstitialis*, qui a fait l'objet de nombreux travaux dans toute l'Europe. Les dégâts des deux espèces se confondent, il n'y a donc rien d'étonnant à ce que l'on ait attribué au second les dégâts du premier. Il a fallu que nous procédions à des élevages pour nous convaincre nous-même de cette erreur. Elle s'explique d'autant plus facilement que l'insecte a des mœurs essentiellement nocturnes, qu'il vole haut et vite, et rentre ensuite dans le sol; il échappe ainsi aux investigations des entomologistes, même lorsqu'il est très commun. L'étude de sa biologie n'a fait que nous confirmer ce point de vue.

Biologie.

Le cycle évolutif d'*A. majalis* présente quelques particularités, qui expliquent sa localisation.

Dans le Nord-Ouest de la France, l'insecte parfait apparaît à la fin de juin, et se rencontre jusqu'au milieu de juillet. Perris a relaté son extrême abondance sur les bords de l'Adour, pendant les premiers jours de juillet 1872. Les captures signalées par Houlbert et Monnot, en Bretagne, en Basse-Normandie, dans la Sarthe et dans la vallée de la Loire, concordent sur ce point. L'*A. majalis* est donc bien un « Hanneton de la Saint-Jean », au même titre que l'*A. solstitialis*, connu sous ce nom dans les campagnes. Nous avons observé que sur le littoral, les vols d'*A. solstitialis* se poursuivaient jusqu'en août. Dans l'intérieur des terres, les vols sont moins tardifs.

Dans une étude qu'il a publiée sur l'alimentation des jeunes Freux, notre collègue A. Chappellier [1] signale avoir trouvé dans l'estomac des petits, pris au nid, c'est-à-dire au début de mai, des débris d'*A. majalis*. D'après ce que nous savons de cet insecte, nous pensons que la détermination, qui lui a été faite de ces fragments d'élytres, est erronée; en effet, dans les conditions normales, l'insecte n'est jamais adulte à cette date. Nous pensons qu'il s'agit plutôt de *Rhizotrogus* (*sensu stricto*), qui, dans la région du Nord-Ouest et le bassin de la Seine, sont plus précoces que les *Amphimallon;* nous avons noté plus haut que *R. cicatricosus*, rare d'ailleurs, était prêt à sortir dès la fin de mars; quant à *R. marginipes*, qui vit parfois dans les champs cultivés et n'est pas rare en beaucoup

[1] Chappellier (A.). — Contenu du gésier de quelques jeunes Freux, tués près du nid avant leur envol (*Ann. Epip.*, t. XVI, 1930 p. 209-218).

de points, il vole dès les premiers jours de mai. C'est donc à ce groupe, à mon avis, qu'appartiennent les débris en question, à moins de conditions climatiques exceptionnelles, activant le cycle de l'insecte.

A. majalis vole, comme la plupart des *Rhizotrogus*, à la tombée de la nuit, généralement quelques minutes (10 à 12 minutes) plus tard qu'*A. solstitialis*, qui vit dans les mêmes lieux; son vol est plus vif et plus élevé; il semble avoir une prédilection marquée pour la cîme des Peupliers, au voisinage desquels paraissent se localiser les principaux dégâts, tandis qu'*A. solstitialis*, au vol plus lourd, semble se cantonner autour des arbustes et des arbres de taille moyenne [1].

En qualité de spécialiste des Peupliers, cette remarque nous a particulièrement intéressé; elle n'avait pas échappé à l'excellent observateur qu'était Ed. Perris qui, dans ses *Promenades entomologiques*, citées plus haut, écrit qu'il a vu tourbillonner de véritables « essaims de *Rhizotrogus rufescens* » (= *A. majalis*) après le coucher du soleil, à la cime des Peupliers; et il ajoute : « assis près d'un de ces Peupliers, j'observais ce spectacle, lorsque j'entendis le choc d'un corps tombant près de moi; tout aussitôt le même bruit se répéta, et bientôt ce fut comme une sorte de grêle. L'obscurité étant déjà trop grande pour que je pusse discerner de petits objets à distance, je fis quelques pas, je m'accroupis, et je vis, à mon grand étonnement, le sol parsemé de *Rhizotrogus* accouplés, et à chaque instant de nouveaux couples tombaient du haut des airs ». Gallois, dans le Maine-et-Loire, signale également leur abondance autour des Peupliers, tandis que I. Peneau note leur fréquence autour des arbres fruitiers dans les environs de Nantes. De notre côté, nous avons été frappé de la coïncidence entre l'attaque des gazons et le voisinage des Peupliers; nous pouvons citer à cet égard trois exemples très nets : au Jardin des Plantes de Rouen, se trouve un très vieux *Populus virginiana*, qui domine la pelouse du fond du parc; seul le gazon qui se trouve au-dessous de ce Peuplier est attaqué par *A. majalis;* dans le quartier Saint-Sever, à Rouen, se trouvent quelques jardins, le seul où l'attaque soit très importante, possède un lot de Peupliers d'Italie; à Petit-Quevilly, où nous avons enregistré à nouveau en 1938 des dégâts considérables, le jardin que nous avons étudié est planté de *Populus candicans* (Baumier).

Les observations que nous avons faites au début de juillet dans le Jardin des Plantes de Rouen confirment celles de Perris.

Quel rôle peut exercer le Peuplier dans la vie de l'insecte? Nous ne saurions encore le dire; les essais que nous avons faits pour nourrir les adultes avec le feuillage, qu'il s'agisse d'individus élevés au laboratoire, ou capturés au vol, ont été à peu près infructueux. Est-ce l'odeur qui les attire? C'est possible, car celle des Peupliers est très forte et caractéristique. Est-ce la hauteur des arbres? C'est moins probable, car, autant que nous avons pu en juger, ils délaissaient les arbres (Ormes, Platanes, Marronniers, Conifères) plus élevés du voisinage pour se grouper autour des Peupliers. Les recherches sont à poursuivre.

De quoi se nourrit l'insecte? Nous n'avons pu le déterminer; les tentatives que nous avons faites avec le feuillage d'arbres fruitiers n'ont pas été plus heureuses qu'avec celui des Peupliers. D'ailleurs la vie extérieure de l'insecte se limitant à quelques sorties crépusculaires, il est peu probable que les dégâts, s'ils existent, soient très appréciables. L'*A. majalis* ne se rencontre qu'exceptionnellement pendant le jour, ce qui explique la rareté des captures au cours des promenades entomologiques. S'alimente-t-il des racines

[1] Parmi les arbres qui semblent exercer sur *A. solstitialis* une attirance particulière, nous avons noté les Acacias-boules (*Robinia pseudacacia umbraculifera*). En nous postant à côté de ceux-ci, nous avons pu capturer de nombreux petits Hannetons au filet. Est-ce à une simple coïncidence?

du gazon sous lequel il se réfugie? A-t-il même besoin de s'alimenter? Nous avons pu obtenir des œufs de femelles, nées en laboratoire, privées de toute nourriture.

Les œufs sont pondus isolément dans une petite logette, qui les protège contre la pression de la terre environnante (fig. 3). Ils ont environ un millimètre et demi et ressemblent à ceux d'*A. solstitialis*. Dans nos élevages, les contrôles effectués nous ont permis de compter au maximum 18 œufs; ce chiffre est sans doute plus élevé dans la nature.

Les œufs donnent naissance au mois d'août à de petites larves blanches, qui restent en profondeur; celles-ci n'arrivent à leur taille qu'à l'automne de l'année suivante, et ne se montrent vraiment nuisibles qu'à partir de l'été. Leur activité devient alors très grande, elle ne cesse qu'avec la période des grands froids pendant laquelle elles s'enfoncent dans le sol. On en trouve encore dans les racines des gazons au mois de novembre, mais elles ne paraissent pas s'alimenter d'une manière appréciable d'octobre à mars, même si l'hiver est très doux; leur comportement rappelle beaucoup celui des vers gris.

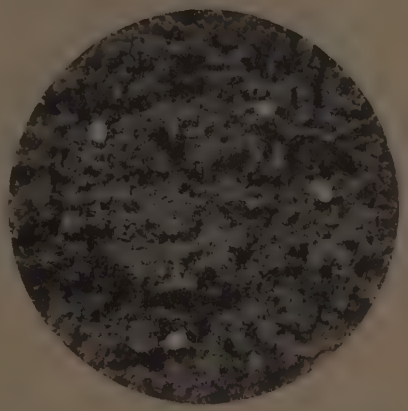


Fig. 3. — Œufs d'*Amphimallon majalis* en place. (Grossi 3 fois.)

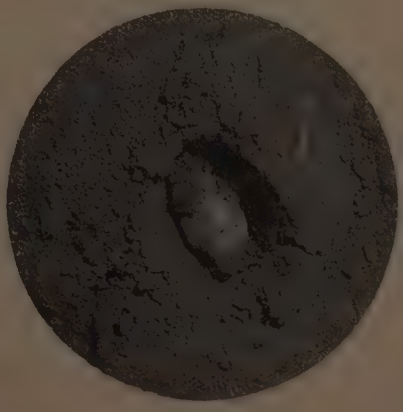


Fig. 4. — Nymphes d'*Amphimallon majalis* dans leur loge. (Grossi 3 fois.)

La nymphose a lieu, rarement avant le début de juin, dans une loge (fig. 4) creusée dans le sol, à une profondeur de 10 à 20 centimètres. Elle dure quinze jours à trois semaines.

L'insecte parfait est formé au début de l'été (fig. 1); il sort (fig. 5) dès que la température crépusculaire s'élève, et se montre très actif pendant les soirées chaudes, le mâle

surtout, car la femelle est plus lourde. Le nombre des mâles paraît beaucoup plus grand que celui des femelles. Le fait a déjà été noté pour *A. solstitialis*, et s'est trouvé confirmé par nos chasses récentes, mais étant donné que les mâles circulent beaucoup plus que les femelles, à la recherche desquelles ils volent, il ne faut pas attribuer aux chiffres proportionnels de captures une valeur absolue. Parmi les prises faites au cours de deux soirées, par exemple, nous n'avons compté sur une centaine d'individus que quatre femelles d'*A. solstitialis* : la disproportion est flagrante, et ne correspond nullement à la réalité, si nous nous en rapportons à nos élevages. L'accouplement [1] se fait au cours de ces sorties ; les couples se laissent tomber sur le sol à la nuit.

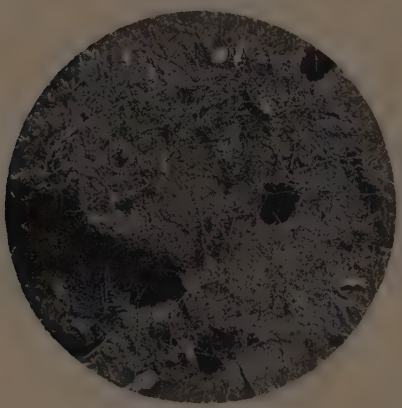


Fig. 5. — Trous de sortie d'*Amphimallon majalis* dans le gazon.

La durée du cycle évolutif en Normandie est de deux ans, et porte sur trois années ; on trouve en même temps des larves de première et de seconde années ; les contrôles effectués en septembre dernier ont été catégoriques à cet égard ; ce chevauchement explique dans une certaine mesure la densité des larves dans les lieux contaminés, mais le nombre des unes et des autres est très variable ; il semble donc qu'il y ait « des années à Hannetons de Saint-Jean », qui sont déterminées par des conditions particulières, dont l'étude est encore à faire.

Prédateurs et parasites.

Les grands destructeurs des larves sont les Merles, les Grives et les Étourneaux, qui sont attirés par leur pullulation dans les parcs et les jardins et dont on peut voir la trace des coups de bec dans les gazons infestés. Les Corbeaux rendent également à cet égard de grands services dans les campagnes, et savent parfaitement découvrir insectes et larves au pied des plantes ; il en est de même dans la zone littorale des Mouettes, qui, d'après l'enquête que nous avons faite l'été dernier, constituent d'excellents destructeurs de vers blancs.

Perris a cité, comme faisant la chasse aux adultes le soir, les Chiens et les Chats qui, dit-il, « déploient une prestesse amusante » pour les capturer, et s'en montrent très friands.

Les prospections effectuées dans la région tant par nous-même, que récemment par M. Moutia, pour déterminer l'importance du parasitisme ont été décevantes. Nous n'avons rencontré jusqu'ici que des larves atteintes d'une infection microbienne non déterminée ; mais nous pensons que la poursuite des recherches doit permettre de trouver des vers blancs parasités par *Typhia femorata*, cet hyménoptère n'étant pas rare en Normandie, et pouvant, d'après Vassiliev, détruire jusqu'à 14 p. 100 des larves d'*A. solstitialis*,

[1] Nous signalons à titre documentaire l'observation en laboratoire d'un accouplement de femelle d'*A. majalis* avec un mâle d'*A. solstitialis*.

et d'autre part par des Tachinaires du genre *Dexia : D. rustica* F. est capturé en août et septembre dans toute la région, ainsi que *D. vacua*[1].

Moyens de lutte.

Il n'existe, il faut bien le dire, aucun moyen économique efficace de se débarrasser des petits vers blancs. Nous avons essayé les divers produits, dont l'emploi est préconisé : en particulier le paradichloro-benzène, le cyanure de calcium, et le sulfure de carbone. C'est encore ce dernier qui s'est montré le plus intéressant, mais il a fallu porter la dose à 70 grammes au mètre carré, répartis dans cinq trous profonds d'une dizaine de centimètres (traitement de septembre); pour rendre le sulfure de carbone plus maniable, nous y incorporons 20 p. 100 de tétrachlorure de carbone. Nous attendons des conditions favorables pour reprendre les essais effectués à l'île Maurice avec le cyanure de calcium en dissolution dans l'eau; la dépense serait moins élevée qu'avec le cyanure de calcium granulé, incorporé au sol.

Les façons culturales, qui ont une action incontestable sur les gros vers blancs, sont sans effet direct sur les larves des *Rhizotrogus,* beaucoup moins sensibles aux chocs. Ce qu'il importe avant tout de modifier, ce sont les conditions physiques du sol : les femelles, nous l'avons signalé, recherchent pour pondre les gazons sur sol sablonneux qui se trouvent au voisinage des grands Peupliers, si l'on incorpore au sol une certaine quantité de terre argileuse, on crée un milieu défavorable au développement de l'insecte, qui s'en éloigne.

L'assainissement du terrain peut être obtenu dans les jardins et les parcs par le bêchage des parties contaminées en septembre, suivi du ramassage rapide des larves; les volailles et les oiseaux se chargent de le compléter. Le dépôt de place en place de plaques de gazon permet en outre le regroupement des vers blancs dispersés, et facilite leur recherche avant l'hiver.

Les relations qui semblent exister entre les taches d'*A. majalis* et les Peupliers, soulignent la nécessité de surveiller étroitement les gazons établis sur sol sablonneux au voisinage de ces arbres, et d'intervenir énergiquement, dès que l'on constate une attaque suspecte.

Nous tenons à signaler également l'intérêt qu'il y a dans les parcs ravagés à faciliter la nidification des Étourneaux avec des nids artificiels. Ce procédé rend de grands services en Hollande pour la destruction des Vers gris dans les prairies, car ces Oiseaux familiers s'en accommodent parfaitement.

Conclusion.

L'*Amphimallon majalis* est, à notre avis, plus fréquent et plus nuisible qu'on ne le supposait jusqu'ici. Ses dégâts ont été confondus généralement avec ceux d'*A. solstitialis,* dont il est très voisin. Sa biologie présente des particularités, telles que sa prédilection pour les Peupliers, qui retiennent notre attention; s'il a échappé pendant longtemps aux investigations des entomologistes, c'est en raison de ses habitudes nocturnes, et de sa localisation. Il n'en demeure pas moins une espèce très intéressante et très importante, dont l'étude pourra peut-être nous mettre sur la voie de la solution du problème des Hannetons. Tant de facteurs interviennent dans la vie des larves souterraines, qu'il ne faut négliger aucun de ses aspects.

[1] Nous devons la détermination de cette espèce à notre collègue L. Mesnil.

LA MALADIE BRONZÉE DE LA TOMATE,

par L. Bonnemaison,

Chef de travaux à la Station de Zoologie agricole du Sud-Est.

SOMMAIRE.

Pages.

I. Introduction 268

II. Historique et répartition géographique de la maladie 268

III. Le Virus 268

IV. Le Vecteur :

Généralités 269
Historique 270
Morphologie générale de Thrips Tabaci *Lind* 271
L'appareil buccal 273
Mode de nutrition 281
Biologie de Thrips Tabaci *Lind* 281
Comportement du virus chez Thrips Tabaci *Lind* 283

V. Les Plantes-hôtes :

Description des symptômes observés sur diverses plantes :

a. Infectées naturellement 286
b. Infectées artificiellement 296

Action des facteurs ambiants sur l'apparition des symptômes 298
Mode de conservation du virus pendant l'hiver 298

VI. Techniques employées :

Préparation du virus 298
Inoculation mécanique du virus 299
Élevage des Thrips 299

VII. Infections expérimentales :

Par un mode mécanique 300
Par Thrips Tabaci *Lind* 302

VIII. Modes de lutte :

Destruction des Thrips 303
Suppression des plantes-hôtes 303
Obtention de pieds résistants 303

IX. Conclusions 304

Introduction.

Ce travail résume les observations faites au Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest et dans la région de Bordeaux en 1936 et en 1937 ainsi que celles effectuées en 1938 à la Station de Zoologie agricole du Sud-Est et dans les environs de Lyon.

La Maladie bronzée de la Tomate est une maladie à virus qui produit des désordres graves chez cette plante et chez de nombreux autres végétaux appartenant à plusieurs familles. J'identifie cette affection avec le « Tomato Spotted-wilt »[1], maladie décrite depuis quelques années en plusieurs points du globe, bien que certains des symptômes observés diffèrent quelque peu des caractères signalés jusqu'à ce jour.

Dans le chapitre III, je résume l'état actuel de nos connaissances sur les propriétés du virus et sur son mode de transmission ; au chapitre IV j'étudie la morphologie générale de *Thrips Tabaci* Lind. vecteur du virus et je décris les pièces buccales de la larve au deuxième stade. Le dernier chapitre résume les remarques d'ordre général qui ont pu être faites au cours de cette étude menée en parallèle avec des recherches similaires sur d'autres maladies à virus.

Historique et répartition géographique de la maladie.

Le nom de « Tomato Spotted-wilt » a été donné par Brittlebank (1919) à une maladie de la Tomate observée pour la première fois en 1915 à Melbourne (Australie). Une description détaillée en a été faite par Samuel, Bald et Pittmann (1930) puis Bald et Samuel (1931).

Le « Tomato Spotted-wilt » a été signalé en outre en Amérique, en Europe et en Afrique. Cette maladie a été identifiée en Angleterre par K. M. Smith (1932), Ainsworth (1933) et de nombreux autres chercheurs. Shapovalov et Dufrenoy (1936), Dufrenoy (1937) ont signalé cette nouvelle affection de la Tomate et du Tabac dans le Sud-Ouest de la France. J'ai constaté la présence de la Maladie bronzée de la Tomate dans les départements de la Gironde, de la Dordogne, du Rhône, de l'Isère et du Nord. Il est donc permis de penser que la majeure partie de la France est contaminée.

Le virus.

Les virus peuvent être caractérisés par leurs propriétés physiques, chimiques et physiologiques.

Le virus de la maladie bronzée de la Tomate est très sensible à la chaleur : le jus exprimé de plantes malades et soumis à une température de 42° C. pendant dix minutes est inactivé (le virus de la mosaïque du tabac ne perd ses propriétés qu'après avoir été soumis à des températures oscillant entre 80° et 90°). Le virus de la maladie bronzée de la Tomate traverse les membranes à pores de $0\mu35$ mais est arrêté par celles à pores de $0\mu22$.

Le *p*H du liquide contenant le virus en suspension exerce une action qui est loin d'être négligeable sur l'activité du virus. Best et Samuel (1936) ont constaté que le virus du Spotted-Wilt perd rapidement sa virulence pour des *p*H inférieurs à 5 ou supérieurs à

[1] Ou Lycopersicum virus 3 Brittlebank.

10. Ils ont opéré à l'abri de l'air et à 0° et ont pu voir que le virus inoculé avec un *p*H 2 donne un nombre de lésions très sensiblement inférieur à celui obtenu avec un *p*H 7. Cependant un *p*H même très acide ne paraît pas exercer une action profonde sur le virus lui-même : une solution à *p*H 2 amenée à un *p*H 7 juste au moment de l'inoculation donne un nombre de lésions à peu près identique au chiffre obtenu avec un jus maintenu constamment à *p*H 8,2. Un jus légèrement alcalin (*p*H 9) perd rapidement une grande partie de sa nocivité pour atteindre une « puissance d'infection » faible mais de longue durée; cet état n'est que transitoire car si l'on ramène le jus à un *p*H 7, il manifeste une activité nouvelle dont l'importance est en raison inverse de la durée d'action du *p*H 9. On peut conclure de ces résultats que la résistance partielle ou totale d'un hôte à un virus donné est fonction de la spécificité de ce virus et du *p*H de la solution qui le véhicule : avant de noter le degré de sensibilité d'une espèce végétale à un virus, il y aura lieu de placer le virus dans une solution possédant le *p*H optimum.

Bald et Samuel (1934) ont étudié en détail les causes de variation du pouvoir virulent d'un jus infectieux. Ils ont inoculé à de jeunes pieds de tabac (var. Blue-Pryor) des jus extraits de tabacs malades et exposés à l'air libre pendant 2-8′, 14 à 21′ et 23 à 31′; certains lots étaient agités (afin d'augmenter l'oxydation du jus), d'autres étaient laissés immobiles. Les expérimentateurs ont constaté que le jus perdait sa virulence après une exposition de 3 heures à l'air libre et à une température de 16-18°. Le nombre moyen de lésions produit par inoculation des jus laissés à l'air pendant 2 à 8′, 14 à 21′ et 23 à 31′ était inversement proportionnel à la durée d'exposition.

L'adjonction de substances réductrices au jus infectieux prolonge de plusieurs heures l'activité du virus; au contraire l'addition d'agents oxydants en réduit considérablement la durée (Bald et Samuel, 1934).

Best (1936) pense qu'il existe 2 substances dans le jus extrait de plantes atteintes d'une maladie à virus; une substance auto-oxydable et un catalyseur d'oxydation agissant sur les composés phénoliques par l'oxygène atmosphérique.

Ce virus ne produit pas de lésions quand il est employé à une concentration inférieure à 1/1.000° (le virus de la mosaïque du tabac agit à la dilution de 1/1.000.000°).

Le vecteur.

Généralités. — Les virus ne possédant pas de moyens propres de dissémination, il est nécessaire qu'un facteur intervienne pour les transporter d'une plante malade à une plante saine; cet agent est communément désigné sous le nom de « vecteur ».

Dans bien des cas, l'homme peut transmettre la maladie par la taille, le pinçage, etc. Les herbivores les plus variés, en broutant de-ci de-là peuvent être des vecteurs accidentels; mais ce sont les insectes qui constituent, et de beaucoup, les vecteurs les plus actifs. Les insectes broyeurs (orthoptères, coléoptères) sont des vecteurs d'importance secondaire, l'immense majorité des transmetteurs de virus étant fournie par la famille des Rhynchotes hétéroptères et surtout homoptères.

Le virus de la maladie bronzée de la Tomate rentre dans une catégorie très spéciale : il n'est transmis que par 2 espèces de Thysanoptères : *Thrips tabaci* Lind. et *Frankliniella lycopersici* Andrewartha (1937)[1]. Ces deux insectes hébergent aussi un virus nuisible à l'Ananas (Pine-Apple Yellow-spot des Iles Hawaï). Quelques auteurs pensent que le virus de cette maladie est le même que celui du Spotted-wilt.

[1] Jusqu'en 1937, cette espèce avait été appelée *Frankliniella insularis* Franklin.

Historique. — Le rôle des Insectes dans la transmission des maladies à virus a été établi pour la première fois par Allard (1917); ce chercheur considère deux aphides : *Myzus persicae* Sulz et *Macrosiphum tabaci* Perg. comme étant les agents de transmission de la mosaïque du Tabac[1]. En 1918, Mc Clintock réussit à transmettre une maladie à virus de l'Épinard (Spinach blight) en transportant sur des plantes saines deux espèces de pucerons (*Myzus persicae* Sulz et *Macrosiphum solanifolii* F.) prélevés sur des plantes malades.

Ce n'est qu'en 1923 que Whetzel, étudiant aux Iles Bermudes une mosaïque des Lis, suspecte les Thysanoptères de jouer un rôle analogue à celui des pucerons. En 1925, Schultz et Folsom pensent que la mosaïque de la Pomme de terre est transmise par les Thrips. L'année suivante, Puttemans (1926) conclut à une transmission possible de la mosaïque de la Canne à sucre par *Thrips minuta*, var. *puttemansi* Costa-Lima. En 1927, Börning signale que *Thrips flavus* Schrank est le vecteur de la mosaïque du Haricot. La même année Schaffnit suspecte *Thrips tabaci* Lind. d'être un agent de dissémination de la mosaïque de l'Épinard. Le rôle exact joué par les Thrips dans la transmission de ces mosaïques n'a pas encore été établi.

C'est à Pittman (1927) que revient le mérite d'avoir réalisé pour la première fois la contamination expérimentale de plantes sensibles au Spotted-wilt par des Thrips récoltés sur des plantes malades. Cette découverte est vérifiée en 1929 par Dickson. Aux Iles Bermudes, Ogilvie constate en 1928 que les Thrips sont communs sur *Hippeastrum* sp. atteint de mosaïque; le même auteur remarque que *Frankliniella insularis* Franklin abonde sur les Lis atteints de « Yellow-flat » et suggère que les Thrips ne sont pas étrangers à la dissémination de ces maladies.

Uppal établit en 1929 que *Thrips* sp. est le vecteur de la mosaïque des *Capsicum*.

A partir de 1930, les recherches sont effectuées d'une manière plus précise et une expérimentation rigoureuse permet de constater que les Thrips sont en réalité les vecteurs d'un petit nombre d'affections[2]. En 1930, Samuel, Bald et Pittman publient une première note sur le Tomato Spotted-wilt; ils réalisent l'infection artificielle de jeunes pieds de Tomates par l'intermédiaire d'un thrips assez commun sur les tomates d'Australie qu'ils identifient avec *Frankliniella insularis* F. (en réalité *Frankliniella lycopersici* Andrewartha).

Illingworth en 1931, Lindford en 1931 et 1932 signalent que la maladie des ananas dénommée « Pine-Apple Yellow-Spot » et le « Streak » des Pois sont inoculés par *Thrips tabaci* Lind.

En Grande-Bretagne, K. M. Smith conclut en 1932 à l'existence du Spotted-wilt chez diverses Solanées cultivées en serre; il parvient à infecter de jeunes pieds de Tabac, Pétunia, Datura, Reine-marguerite, Pomme de terre, Zinnia et Plantain avec des larves de *Thrips tabaci* Lind. préalablement placées sur des pieds malades de *Datura stramonium*, et de Tomate. En 1932-1933, Moore procède à des infections expérimentales et signale qu'une maladie du Tabac qui sévit dans le sud de l'Afrique est le Spotted-wilt et qu'elle est transmise par *Thrips tabaci* Lind. En Californie, Gardner et Whipple (1934) réalisent avec *Thrips tabaci* Lind. et *Frankliniella lycopersici* Andrewartha porteurs du virus du Spotted-wilt l'infection de nombreuses espèces de plantes appartenant à des genres et

[1] En réalité, un Japonais, Takami avait observé dès 1901, qu'une « maladie de croissance » du Riz était transmise des pieds malades aux pieds sains par une cicadelle : *Nephotettix apicalis*; mais ce travail passa inaperçu.

[2] Bailey a publié, en 1935, une étude bibliographique très détaillée sur le rôle joué par les thysanoptères dans la dissémination des maladies à virus, cryptogamiques et bactériennes.

des familles différentes. En 1935, Gardner, Tompkins et Whipple réussissent de nouvelles séries d'infections expérimentales.

La maladie bronzée de la Tomate peut donc être transmise par : *Thrips tabaci* Lind. et par *Frankliniella lycopersici* Andrewartha. Ces deux thysanoptères sont communs en Australie; l'Europe ne possède que la première espèce.

Morphologie générale de *Thrips tabaci* Lind. — La morphologie des différents stades présentés par *Thrips tabaci* est importante à connaître puisque c'est durant l'état larvaire que l'insecte s'infecte (voir p. 284) et que c'est principalement sous la forme adulte qu'il dissémine la maladie.

On distingue généralement 5 stades dans la vie des thysanoptères les plus courants :

Fig. 1. — *Thrips tabaci* Lind. Femelle adulte. — Vue générale (× 120).

le stade imago; — le 1er stade larvaire ou 1er stade nymphal; — le 2e stade larvaire ou 2e stade nymphal; — le stade prépupal; — le stade pupal.

A. *Imago* (fig. 1). — *Thrips tabaci* Lind. fait partie du sous-ordre des *Terebrantia* caractérisé par la présence chez la femelle d'un oviscapte en forme de scie à l'aide duquel elle insère ses œufs dans les tissus épidermiques des végétaux.

La femelle mesure 0 millim. 90 à 1 millimètre de long; elle est de forme générale allongée et de couleur jaune paille à jaune pâle avec de petites zones légèrement grisées. La tête est large, pentagonale; les joues sont faiblement arrondies, les yeux sont marron foncé à noir, les ocelles grisâtres à brun-pâle. L'antenne (fig. 2) comprend 7 articles (dimensions moyennes : I : 15 μ, II : 33 μ, III : 45 μ, IV : 37 μ, V : 35 μ, VI : 50 μ, VII : 17 μ) sa longueur totale oscille entre 230 μ et 250 μ. La coloration des articles varie quelque peu suivant les individus; elle est généralement comme suit : I, jaune très pâle; II, jaune grisâtre; III, IV et V, jaune pâle; VI et VII, gris foncé. La figure 2 indique la disposition des chètes et des organes sensoriels sur l'antenne.

Le vertex porte 4 chètes insérées autour de l'ocelle médian; 12 soies plus petites

sont réparties parallèlement à l'impression occipitale. La chitine dorsale présente de fins épaississements transversaux disposés assez régulièrement.

Le prothorax, haut et large porte sur la face dorsale de nombreuses petites soies; 2 fortes chètes marron foncé ($l = 40\ \mu$ à $45\ \mu$) occupent les angles postérieurs; le bord postérieur est orné de 3 paires de soies réparties entre les 2 grandes chètes les plus internes et d'une autre soie placée entre les chètes d'une même paire. La chitine dorsale présente également de fines stries parallèles. Le mésothorax et le métathorax portent chacun 4 grandes soies et des ornementations dorsales devenant assez compliquées sur le métathorax.

Fig. 2. — *Thrips tabaci* Lind. Antenne droite de la femelle adulte (× 380).

Les ailes sont longues et de couleur gris perle; les antérieures mesurent 650 μ à 700 μ, les postérieures 610 μ à 660 μ; l'aile antérieure porte 23 à 50 épines costales, 3 à 6 macrotriches sur la portion distale de la veine avant et 7 soies basales; la veine arrière possède 14 à 17 soies. Les pattes sont jaune pâle et velues, les pattes arrière sont sensiblement plus longues que celles de la 1re et de la 2e paires; les tarses sont gris sombre.

L'abdomen est allongé et d'une couleur allant du jaune citron pâle au jaune grisâtre. Les segments abdominaux portent sur leur face dorsale des soies latérales dont la disposition et le nombre varient suivant les segments; le deuxième tergite abdominal a deux petites soies médianes en plus des 4 paires de soies latérales. Le 8e segment a le bord postérieur revêtu d'une rangée de fines soies. Le 9e segment, fortement conique, supporte 4 paires de fortes chètes et 3 paires de chètes plus faibles. Le 10e segment, subcylindrique, a 2 paires de grandes chètes ($l = 70\ \mu$ à $75\ \mu$) et une paire de soies de moindre importance. L'œuf est réniforme et ne diffère pas de ceux des autres Terebrantia.

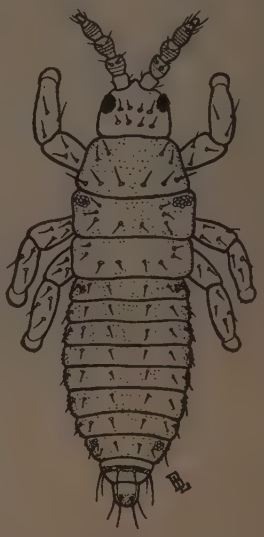


Fig. 3. *Thrips tabacci* Lind. ♀ Larve au 1er stade. Vue générale. (× 120.)

Premier stade larvaire (fig. 3). — 1 : 420 μ. La larve nouvellement éclose a le corps entièrement hyalin ou très légèrement beige. Les antennes sont de la même couleur que le corps et mesurent 120 μ en moyenne (I : 10 μ, II : 19 μ, III : 24 μ, IV : 36 μ, V : 7 μ, VI : 24 μ). Les yeux sont rouge vif; il existe 2 rangées de 4 soies sur la face dorsale de la tête.

Le prothorax, large et trapèzique, porte 5 paires de soies; le mésothorax et le métathorax sont plus étroits; les pattes sont épaisses et presque translucides. L'abdomen est faiblement ovoïde et porte 3 paires de soies dorsales; le 9e segment a 3 paires de fortes chètes issues d'un anneau chitineux faiblement denté sur le bord postérieur. Le 10e segment, arrondi, est muni de 2 paires de chètes.

Deuxième stade larvaire (fig. 4) 1 : 760 μ. — La tête, étroite et allongée, est jaune orangé; les yeux sont rouge violacé. L'antenne est à 6 articles et mesure en moyenne

135 μ; (I : 13 μ; II : 22 μ, III : 33 μ, IV : 41 μ, V : 8 μ, VI : 18 μ). Le thorax est entièrement jaune orangé; le prothorax est long, cônique et revêtu de 10 paires de soies dont 3 paires occupent le bord postérieur. Le mésothorax, a 7 paires de soies; le métathorax plus étroit, ne possède que 5 paires de soies. Les pattes sont courtes, hyalines, séteuses.

L'abdomen est étroit et porte 3 rangées longitudinales de petites soies. Les 9e et 10e segments sont ornés dorsalement de 4 fortes chètes.

Prépupe. — 1 : 850 μ. La tête est large, entièrement jaune pâle; les yeux sont rouge violacé. Les antennes ne dépassent pas 125 μ de longueur; elles sont hyalines et se replient à angle droit vers l'extérieur. Le thorax et l'abdomen sont de couleur jaune citron devenant faiblement orangé sur les bords. Les bourgeons alaires sont jaunâtres à la base et hyalins à la région apicale. Les pattes sont courtes, hyalines et séteuses. L'abdomen est orné de 3 rangées longitudinales de fortes soies hyalines; il existe en outre 4 larges soies à l'extrémité postérieure.

Pupe. — *l* :-800 μ. La tête est large, arrondie sur les côtés et de couleur jaune citron. Les antennes sont courtes (l : 110 μ) et ramenées en arrière; elles possèdent de longues soies. Le thorax, bien développé est jaune citron pâle; le prothorax est nettement séparé du ptérothorax. Les bourgeons alaires sont hyalins; leur longueur n'excède pas la moitié de celle du corps. Les pattes, hyalines, deviennent légèrement jaunâtres au niveau des articulations.

L'abdomen est relativement étroit et de couleur jaune citron; les chètes sont très développées et présentent une disposition sensiblement identique à celle de la prépupe.

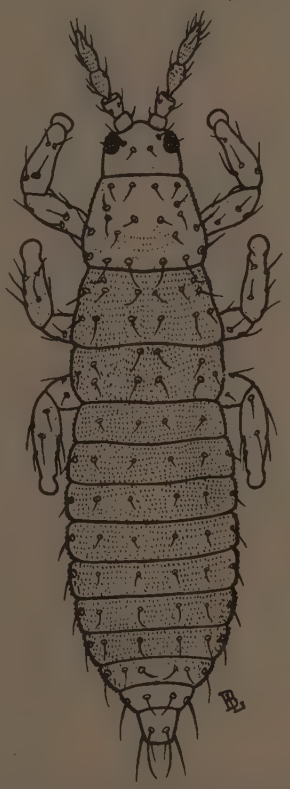


Fig. 4. — *Thrips tabaci* Lind. ♀ Larve au 2e stade. Vue générale. (× 120).

L'Appareil buccal. — La morphologie des pièces buccales des Thysanoptères a été étudiée par de nombreux chercheurs et en particulier par Karl Jordan (1888) sur *Limothrips cerealium*, Uzel (1895), P. Buffa sur *Heliothrips hoemorrhoïdalis*, Hinds (1902) sur *Anaphothrips striatus*, Muir et Kershaw (1911), Borden (1915), Peterson (1915), Reinje (1926), Melis (1934-1936). Ces études ont généralement été réalisées sur des espèces différentes : dans l'ensemble, les pièces décrites, mandibule gauche, maxilles gauche et droite ne diffèrent pas sensiblement de structure; mais des parties importantes de la bouche telles que l'épipharynx, l'hypopharynx, le labre, le labium ont été le plus souvent passées sous silence : cela tient vraisemblablement à la petitesse de ces pièces et au fait que les mandibules et maxilles les cachent en grande partie. Les parties constituantes de la bouche ne peuvent être étudiées qu'après une dissection de la tête; cette opération est facilitée par un séjour d'une semaine de l'insecte dans le chloralphénol.

Les auteurs précités mentionnent le plus souvent que la morphologie des pièces buccales des larves est tout à fait comparable à celle de l'adulte; il n'existe pas à ma connaissance d'étude détaillée de la bouche des nymphes tant au premier stade qu'au

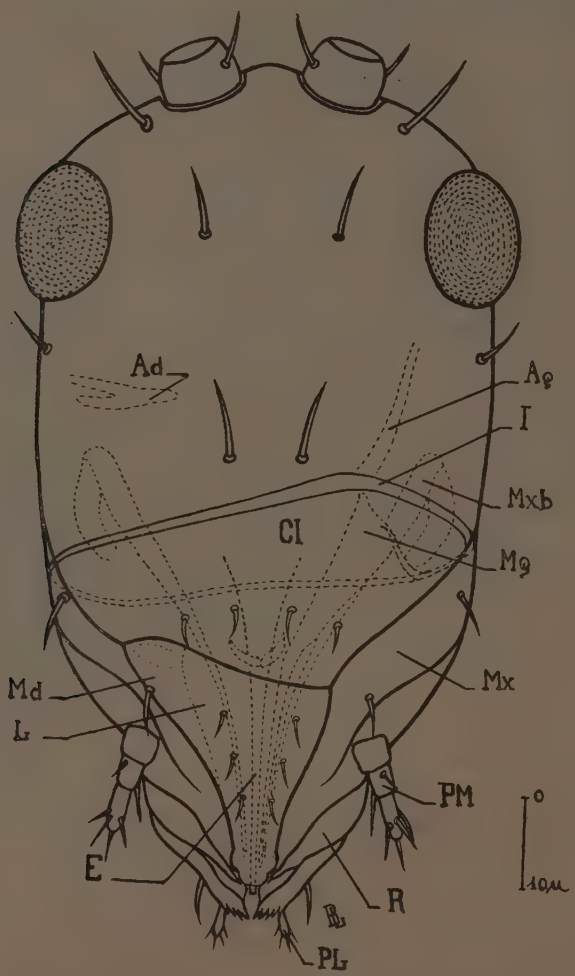


Fig. 5. — *Thrips tabaci* Lind. ♀ Larve au 2e stade. — Vue frontale de la tête.
Ad : impression oculaire droite ; Ag : impression oculaire gauche ; Cl : clypeus ; E : épipharynx ; I, impression clypéo-frontale ; L : labre ; Md : mandibule droite ; Mg : mandibule gauche ; Mx : maxille ; Mxb : début du stylet maxillaire ; PL : palpe labial ; PM : palpe maxillaire ; R : prementum.

second. Le Thrips ne pouvant s'infecter qu'à l'état larvaire, la morphologie exacte de la bouche à cet état était intéressante à connaître car elle permettait de comparer les possibilités alimentaires de l'adulte et de la larve.

Appareil buccal des larves. — Les larves au 1er et au 2e stades ont des pièces buccales de forme comparable, mais de dimensions légèrement plus réduites chez les premières.

La tête des larves au 1er stade mesure en moyenne 80 à 90 μ de long sur 50 μ de large, celle des larves au 2e stade 100 à 130 μ de long sur 50 à 60 μ de large.

La description suivante s'applique aux larves ayant atteint le 2e stade (fig. 5 et 6). La capsule cranienne est sensiblement quadrangulaire et un peu plus haute que large;

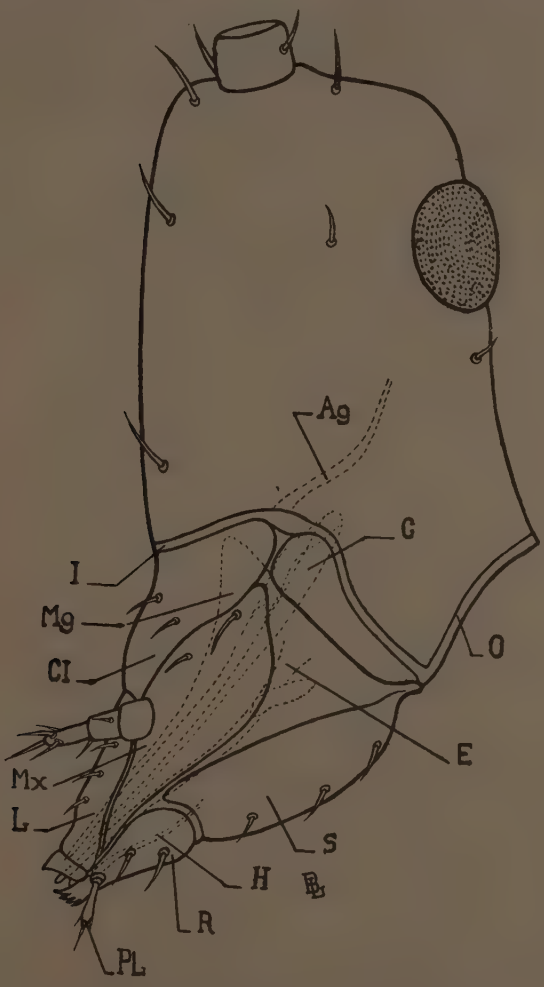


Fig. 6. — *Thrips tabaci* Lind. ♀ Larve au 2e stade.
Vue latérale gauche de la tête (même légende qu'à la fig. 5).
C : condyle ; H : hypopharynx : O : impression occipitale ; S : mentum.

cette capsule est soudée par sa face inférieure à un cône buccal triangulaire qui renferme les différentes parties constitutives de la bouche. Ce cône buccal est relié au front par l'impression clypéo-frontale I. Cette impression envoie sur la face interne de la capsule cranienne et en direction de l'œil gauche un prolongement que l'on peut appeler « l'impression oculaire ». Sous l'œil droit, cette impression a régressé : elle a perdu toute relation avec l'impression clypéo-frontale et s'est réduite à une légère protubérance

chitinisée de forme assez variable. Sur le côté gauche, l'impression clypéo-frontale envoie une ramification recourbée et courte qui peut être destinée à renforcer cette portion de la tête; c'est sur cette région que viennent s'attacher les muscles de la mandibule gauche. Une petite ramification est parfois visible sur le flanc droit.

Le *labre* est formé par une plaque chitinisée légèrement incurvée ayant la forme d'un triangle irrégulier (fig. 7); le côté droit diverge plus fortement que le côté gauche et est notablement plus long; il possède sur sa face interne une impression chitinisée assez difficilement perceptible que l'on peut considérer comme représentant le vestige de la andibule droite. A l'angle le plus antérieur, le labre présente un bourrelet de couleur ncée correspondant à un anneau chitinisé. Cette région est très difficile à étudier de

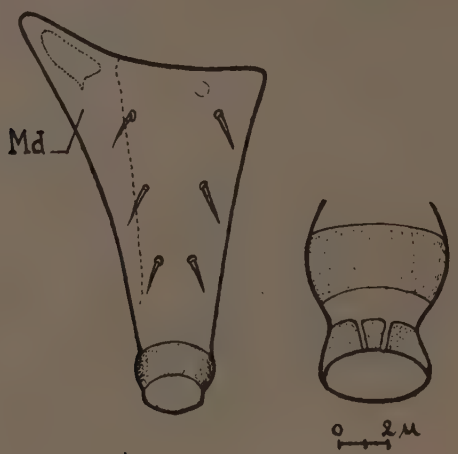


Fig. 7. — *Thrips tabaci* Lind. ♀ Larve au 2e stade.
Vue frontale du labre. (Md : mandibule droite régressée).
Vue postérieure de l'extrémité du labre.

par le voisinage du labium et des maxilles; à l'exception de Borden (1915) et de Melis (1936) les auteurs ne décrivent pas cette partie du labre qui est pourtant d'une importance considérable car elle conditionne le mode de nutrition de l'animal. En 1915, Borden remarque qu'il n'existe pas de description de cet organe. D'après lui, chez *Euthrips tritici*, l'anneau chitineux précédemment signalé constitue une sorte de petite sphère terminant une gouttière où se logent les stylets. En avant de cette petite sphère, Borden représente un petit épanouissement membraneux constitué par 3 dents étroites. Melis décrivant le genre *Melanthrips* et *Toeniothrips atratus* Hal. figure le labre de l'adulte : il ne mentionne à l'avant qu'une légère protubérance concave. L'examen de nombreuses larves de *Thrips tabaci* Lind. m'a permis de constater qu'il se trouve bien à l'extrémité du labre une petite sphère chitinisée ainsi que l'a signalé Borden, mais au delà de cette sphère il existe une membrane souple, conique, formant un tronc de cône à bases non parallèles (fig. 7); à l'arrière, cette membrane s'épaissit et devient légèrement chitinisée sauf dans la région axiale où se trouve un petit sclérite triangulaire relié aux ailes du cône par une membrane élastique.

Pour se nourrir, l'insecte applique sur l'épiderme de la feuille l'extrémité de ce cône qui s'aplatit et forme ventouse grâce à l'élasticité de la membrane; celle-ci tend à resserrer les 3 portions chitinisées de l'arrière et à contrebalancer l'écartement de ces parties

provoqué par la pression du cône buccal sur l'épiderme. Il se produit de cette manière une légère dépression à l'intérieur du cône; l'insecte perfore les cellules épidermiques à l'aide de l'épipharynx de la mandibule gauche et des maxilles et aspire leur contenu.

Ces animaux sont certainement moins bien adaptés à la succion que les Hémiptères, ainsi que le montre la disposition de leurs pièces buccales, ils semblent s'être adaptés secondairement à la succion et il est remédié à cette non spécialisation de leurs pièces buccales par l'intercalation de la membrane élastique.

Le *clypeus* (fig. 5 et 6) est une large plaque asymétrique limitée en haut par l'impression clypéo-frontale et en bas par sa ligne de jonction avec le labre. Il se soude latérale-

Fig. 8. — *Thrips tabaci* Lind. ♀ Larve au 2e stade.
Mandibule gauche et maxille gauche.

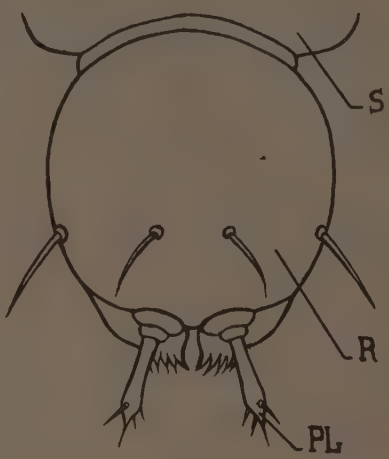
ment aux maxilles droite et gauche et forme avec celles-ci et le labium l'armature externe du cône buccal; il porte 4 soies courtes et raides.

Les *maxilles* (fig. 8) droite et gauche sont à peu près semblables. Elles ont une forme générale triangulaire et sont épaissies dans la région élargie : à ce niveau se soude l'extrémité du stylet maxillaire contourné suivant deux plans perpendiculaires; cette disposition lui confère une certaine mobilité et une grande souplesse. Le stylet se continue en une mince lame droite très effilée à l'apex. L'autre extrémité de la maxible se rétrécit progressivement et vient s'appliquer étroitement par sa face concave sur la portion renflée du labre. La maxille supporte en son milieu deux palpes maxillaires PM formés de 3 articles inégaux, le dernier étant le plus long et supportant 4 longues soies sensorielles.

Les Thysanoptères-*Tubulifera* possèdent 2 *mandibules* bien développées, la gauche

étant légèrement plus grande que la droite. Chez les *Terebrantia*, la mandibule droite s'atrophie considérablement et certains auteurs (Hinds, Borden) déclarent qu'elle est entièrement disparue. Chez la larve comme chez l'adulte de *Thrips Tabaci*, j'ai toujours constaté la présence de cette mandibule (fig. 5 et 6). Cette dernière est réduite à une très légère protubérance chitinisée entièrement logée dans le lobe droit du labre; on la met en évidence en réalisant un éclairage adéquat de la préparation : on peut alors percevoir le bord interne de la mandibule qui disparaît à mi-hauteur du labre; on voit également une ellipse correspondant à la vue de champ de la base du stylet.

Fig. 9.
Thrips tabaci Lind. ♀ Larve au 2e stade. - Epipharynx.



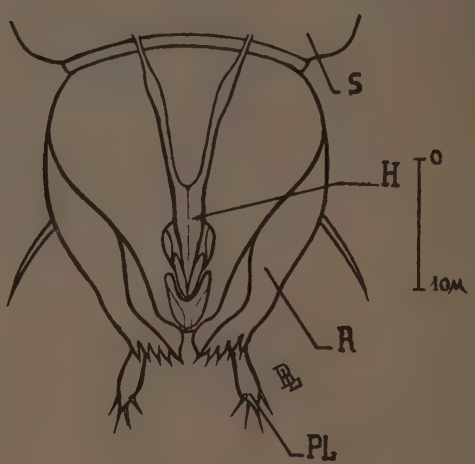


Fig. 10.
Thrips tabaci Lind. ♀ Larve femelle au 2e stade. Vues inférieure et supérieure du labium. (H : hypopharynx ; PL : palpes labiaux ; R : prementum ; S : mentum).

Epipharynx. — Il existe sous le labre une pièce effilée et fortement chitinisée (fig. 9) qui semble jouer un rôle important lors de la perforation des cellules épidermiques de la plante-hôte. Cette pièce s'épanouit à son extrémité distale en un large faisceau sur lequel s'insèrent des muscles qui peuvent lui communiquer un mouvement d'arrière en avant; cette pièce est maintenue en position par 2 fortes brides musculaires insérées latéralement qui assurent en outre le recul du stylet. Cette pièce, cependant bien visible, n'est

pas souvent mentionnée : Jordan (1888) la décrit le premier sous le nom d'hypopharynx; Hinds (1902) ne fait que la mentionner; Borden (1915) en donne un bon dessin et remarque qu'il est le premier à signaler son aspect styliforme; Melis (A.) (1933-1934-1936) l'appelle stylet du palais ou épipharynx. (Chez *Melanthrips*, ce stylet s'épanouit à l'arrière en une large membrane qui vient se souder à la face ventrale du labre en formant une sorte de palais.)

L'appellation d'hypopharynx me paraît impropre, ce terme devant être réservé à une pièce chitinisée placée en-dessous de cette dernière. Tous les thysanoptères et en particulier *Thrips tabaci* ne possèdent pas un épipharynx s'élargissant aussi fortement que celui des *Melanthrips* décrits par Melis; il n'existe plus un « palais » mais seulement le stylet à l'intérieur du cône buccal; c'est pour cette raison et par analogie avec les diptères que le nom d'épipharynx me paraît préférable à celui de stylet du palais.

Le *labium* (fig. 10) est une pièce complexe qui se divise en un prementum R et un mentum S. Ce dernier, en forme de gouttière possède 3 paires de soies et ne présente rien de particulier. Le prémentum est arrondi et concave; les bords latéraux se replient en avant pour venir se souder aux extrémités des maxilles et du labre. La région antérieure est divisée en 5 lobes terminés chacun par une courte soie; ces lobes doivent jouer un rôle sensoriel important et compléter les impressions perçues par les palpes labiaux; ceux-ci, en forme de courts bâtonnets (PL) s'articulent sur une petite protubérance et se renflent légèrement à l'autre extrémité.

Hypopharynx. — Sur la face interne et suivant l'axe du labium se trouve une tige chitineuse creuse, à structure très compliquée; cette tige ne tarde pas à se diviser en 2 étroites bandes qui se dirigent vers l'arrière et se soudent au submentum. Dans la région la plus antérieure, on distingue tout d'abord un petit massif sombre, dur, en forme de calotte, convexe à l'avant, concave à l'arrière et épaissi sur les côtés. Dans la concavité vient se loger une pièce en fer de lance supportée elle-même par un massif chitinisé arrondi et épaissi sur les bords. Dans son étude sur *Euthrips tritici*, Borden a représenté cette pièce et ne lui a pas donné de nom. Melis la décrit chez les genres *Melanthrips*, *Aelothrips*, *Toeniothrips* et l'appelle prepharynx en lui attribuant un rôle suceur et piqueur.

Je pense que le nom d'hypopharynx doit être réservé à cette pièce buccale; sa position inférieure et son rôle dans la nutrition justifient cette appellation. Il ne me semble pas que l'hypopharynx ait un rôle piqueur : la forte dimension de son extrémité antérieure ne lui permet pas d'émerger du labium mais seulement d'obturer l'échancrure ménagée à l'extrémité du prémentum, ce qui assure l'étanchéité de toute la région inférieure du cône buccal. Le grand développement et la forte chitinisation de l'hypopharynx lui permettent peut-être de jouer en outre un rôle général de soutien.

Appareil buccal de l'adulte. — (Fig. 11). La femelle adulte de *Thrips tabaci* a des pièces buccales près de deux fois plus grandes que celles de la larve au deuxième stade (la tête de l'adulte mesure 160 à 180 μ de long sur 130 à 140 μ de large). La tête a une forme générale pentagonale, les yeux sont composés et volumineux, la choetotaxie est très différente de celle de la larve; le cône buccal a la forme d'un triangle équilatéral.

L'impression clypéo-frontale existe ici aussi mais elle est moins marquée que chez la larve; elle présente également deux impressions oculaires inégalement développées : celle de droite est réduite à un léger épaississement en forme de virgule, celle de gauche présente souvent une protubérance analogue et en plus un fort bourrelet sinueux qui

aboutit à l'anneau circulaire. Chez le genre *Melanthrips*, Melis (1933) signale la présence de 2 épaississements faciaux pairs qui se soudent à l'apodème occipital et d'un épaississement impair qui part de l'apodème clypéo-frontal pour aboutir au milieu de l'impression faciale paire gauche. Chez *Thrips tabaci* les deux épaississements faciaux pairs ont régressé et l'impression oculaire gauche correspond à l'impression faciale impaire;

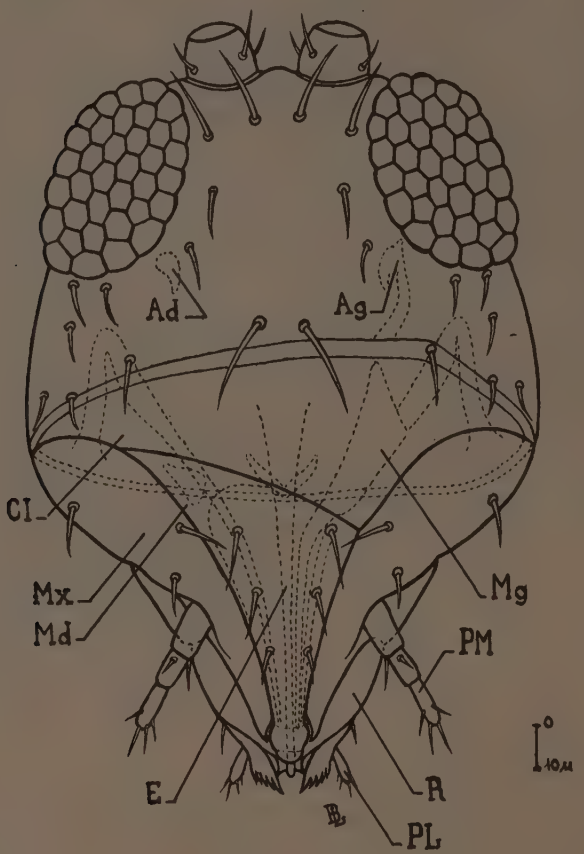


Fig. 11. — *Thrips tabaci* Lind. ♀ adulte.
Vue frontale de la tête (même légende qu'à la fig. 5).

celle-ci semble s'être développée parallèlement à la prépondérance prise par la mandibule gauche.

Dans leur ensemble, les pièces buccales de l'adulte diffèrent peu de celles de la larve : le *labre* est plus asymétrique que celui de la larve, le côté droit étant beaucoup plus développé que le côté gauche; il présente extérieurement 3 paires de soies. Le *clypeus* est très large et relativement court.

Les *maxilles* présentent un développement considérable; elles ont une longueur totale très supérieure à celle de la larve et un bras de levier plus long. (Le stylet du maxille de l'adulte mesure 120 à 140 μ, le bras 30 à 40 μ, le stylet de la larve au 2e stade ne dépasse pas 60 μ, le bras 18 μ.)

La *mandibule* gauche est bien développée; la mandibule droite est réduite à un léger épaississement situé à l'angle supérieur droit du labre; elle est encore plus régressée que chez la larve .

L'*Hypopharynx* et l'*épipharynx* sont sensiblement identiques à ceux de la larve; le *labium* a des contours plus rectilignes que celui de la larve. Comme chez cette dernière, il présente à l'avant 5 petites dents munies d'une soie sensorielle.

Mode de nutrition. — Les thrips se nourrissent en suçant le contenu des cellules sous-épidermiques. Ils piquent généralement la face inférieure des feuilles; cette préférence ne paraît pas être due à un phototropisme négatif mais plutôt au fait que les cellules épidermiques inférieures des feuilles sont moins volumineuses que celles de la face supérieure. Les feuilles des variétés des plus courantes de tomates possèdent des cellules épidermiques inférieures mesurant 10 à 12 μ d'épaisseur alors que les cellules de l'épiderme supérieur ne descendent pas au-dessous de 16 μ. Les longueurs des bras de levier des maxilles de l'adulte (30-40 μ) de la larve au 2^{e} stade (16-18 μ) de la larve au 1er stade (10-12 μ) correspondent à des émergences maxima des maxilles de 24-26 μ, 8-10 μ et 6 μ : on voit que seuls les adultes pourront piquer les cellules supérieures; les larves au 2^{e} stade ne pourront se nourrir que sur la face inférieure et les larves au 1er stade seront dans l'obligation de rechercher de très jeunes pousses ou des plantes à très petites cellules épidermiques.

Pour piquer l'épiderme, l'insecte effectue avec la tête à l'extrémité de laquelle émergent la mandibule gauche (de 10 à 12 μ) et l'épipharynx, un mouvement d'avant en arrière qu'il répète jusqu'à ce que la membrane externe soit perforée; à ce moment, le Thrips applique le cône buccal sur le trou ainsi fait et provoque la sortie des maxilles qui vont labourer la fine membrane interne de la cellule épidermique.

De cette manière les maxilles pénètrent soit dans les cellules palissadiques soit dans les cellules lacuneuses. L'extrémité du labre étant hermétiquement appliquée sur l'épiderme, l'insecte émet de la salive et aspire le liquide cellulaire. En plein air, les thrips sont généralement en nombre trop réduit pour produire des lésions graves; en années sèches, il arrive cependant qu'ils pullulent sur les oignons, les poireaux, etc.; leurs piqûres peuvent alors amener un dessèchement de l'extrémité des feuilles et provoquer le dépérissement général de la plante. Après le départ de l'insecte, il reste dans les cellules attaquées des chloroplastes, du liquide cellulaire et un peu de la salive de l'insecte. La secrétion salivaire des thrips ne paraît pas avoir d'action toxique sur les cellules végétales, la désorganisation de celles-ci paraissant attribuable à la perforation de la membrane et à l'introduction de l'air. Si le thrips est porteur du virus, celui-ci se porte vers les parois de la cellule et se dissémine ensuite dans les cellules voisines.

Biologie de *Thrips tabaci* Lind. — *Thrips tabaci* est connu depuis très longtemps dans l'ancien et le nouveau mondes. Cet insecte est particulièrement nuisible aux ognons dans l'Amérique du Nord où il est communément appelé thrips de l'ognon. En France, il parasite des plantes appartenant aux familles les plus diverses (Crucifères, Légumineuses, Caryophyllées, Composées, Solanées, Labiées, Liliacées); il cause de sérieux dégâts aux plantes de serre.

Thrips tabaci se reproduit principalement par parthénogénèse. Je n'ai pas trouvé de mâles sur les Tomates, Pomme de Terre, Dahlia, Plantain, Capucine, etc... G. Morrisson a trouvé des mâles en Écosse. Speyer (1934) a remarqué que les fleurs d'*Arum* renfermaient des mâles et des femelles de *Thrips tabaci* en mélange avec quelques mâles de

Thrips fuscipennis Hal. d'après le même auteur, les fleurs de *Rosa* et de *Convolvulus* ne contiennent pas des femelles de *Thrips tabaci* mais seulement des mâles vivant en mélange avec des mâles et des femelles de *Thrips Fuscipennis* Hal.

Durant la belle saison, les femelles de *Thrips tabaci* se portent sur des plantes maraîchères et de grande culture (Ognons, Poireaux, Tabac, Tomate, Choux-fleurs, Choux, Betteraves, Pommes de terre, Asperges, Pois, etc...), des plantes ornementales (Œillets, Roses, Dahlias, Chrysanthèmes), des plantes sauvages (Trèfle rampant, Seneçon, Laiteron maraîcher, Matricaire, Astragale, Eupatoire, Mélilot), et des arbres fruitiers (Pommier, Poirier).

Dans la France moyenne et méridionale, l'insecte semble pouvoir hiverner à n'importe quel stade de son existence; les fortes précipitations hivernales en détruisent un grand nombre. Dans les serres chaudes, les générations se succèdent à un rythme accéléré; à la fin du printemps, la grande majorité des adultes quittent les serres et émigrent sur les cultures de pleine terre, assurant ainsi la dissémination de l'espèce et du virus. En Gironde les ognons hébergent une quantité considérable de Thrips jusqu'aux environs du 10 juillet; les fortes précipitations qui se produisent généralement à cette époque ne tardent pas à enrayer la pullulation de l'espèce qui devient très rare dès le début du mois d'août. Dans cette région, j'ai observé les premiers *Thrips tabaci* sur Tomate le 3 juin 1937. Durant tout le mois de juin et bien que les pluies aient été très rares, je n'ai trouvé qu'un très petit nombre de *Thrips tabaci* [1] alors qu'une autre espèce *Frankliniella intonsa* Trybom [1] était abondamment représentée. J'ai été amené à continuer mes observations en 1938 dans la région lyonnaise : ici, *Thrips tabaci* a été rare sur les ognons et je l'ai principalement trouvé sur Pomme de terre, Tomate et Capucine. Afin de pouvoir représenter graphiquement (fig. 12) les variations numériques de l'espèce, j'ai procédé à des comptages sur Pommes de terre et sur Tomate : les chiffres obtenus représentent le nombre de Thrips femelles et de larves comptés sur 100 feuilles prises au hasard. On voit que sur les deux plantes, le pourcentage maximum de Thrips s'observe dans la première semaine de juillet; ainsi qu'on le verra plus loin, l'infection maximum des tomates mesurée par le nombre des taches sur les feuilles est notée une dizaine de jours plus tard : il y a là une corrélation nette entre l'importance de l'infection et l'apparition des lésions.

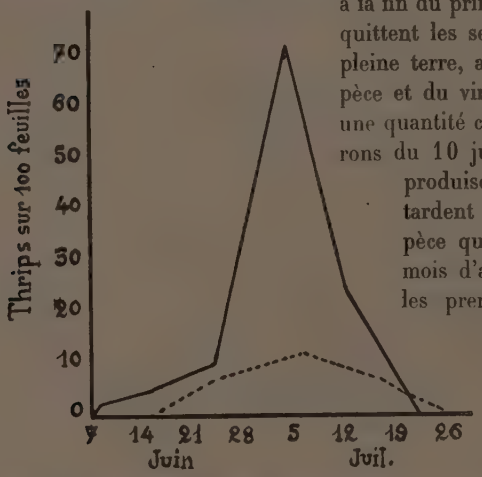


Fig. 12. — Nombre de *Thrips tabaci* (adultes et larves) récoltés sur 100 feuilles de Pommmes de terre (en traits pleins) et sur 100 feuilles de Tomate (en traits pointillés). — Saint-Genis-Laval, 1938.

La brutale diminution du nombre de *Thrips tabaci* sur Pomme de terre tient principalement au flétrissement de la plante-hôte qui se produit à partir du 13 juillet; le faible pourcentage trouvé sur les feuilles de Tomate s'explique par la préférence que les Thrips manifestent pour les fleurs au détriment des feuilles.

[1] Déterminations dues à l'obligeance de M. G. Morrisson

Les premiers adultes apparaissent vers la fin du mois de mai dans la région de Lyon : ils proviennent surtout de thrips ayant hiverné à l'état larvaire, pupal ou imaginal. Ces femelles se nourrissent quelques jours et ne tardent pas à pondre : l'insecte perfore les tissus épidermiques des feuilles ou des tiges à consistance molle à l'aide de son oviscapte formé par deux paires de gonapophyses crénelées qui émergent entre les 8e et 9e segments abdominaux. L'animal communique un mouvement de va-et-vient à l'oviscapte qui finit par déchirer plusieurs cellules et par créer une petite loge un peu plus profonde que large ; les cellules perforées meurent et leurs membranes forment un léger revêtement protecteur à l'œuf. Après l'éclosion de celui-ci, les tissus se reforment plus ou moins complètement par l'expansion des cellules voisines. L'importance de la ponte d'une femelle est sujette à de grandes variations ; elle a été étudiée en détail par plusieurs auteurs. A Java, Franssen et Van Heurn (1932) ont observé des pontes moyennes de 80 à 85 œufs. Aux États-Unis, Eddy et Clarke (1930) donnent les chiffres suivants pour des Thrips élevés sur de jeunes feuilles de Coton : minimum un œuf, maximum 46, moyenne 14,51. Une femelle pond en moyenne 1,69 œuf par jour.

J'ai fait des élevages de Thrips sur des fragments d'ognons ou des folioles de Pomme de terre et de Tomate placées dans de petites cages (fig. 22) ou dans des tubes de 12 millimètres de diamètre dont une extrémité était enfoncée dans du sable légèrement humide. Ces cages ont été placées dans des étuves réglées à 21°, 23° et 27° C. Le développement total le plus rapide a été obtenu en dix-sept jours à la température de 27° C.

Dans les élevages réalisés à une température moyenne de 21° j'ai obtenu les chiffres moyens suivants (durée en jours) :

	STADES LARVAIRES.				
INCUBATION.	1°.	2°.	PRÉPUPE.	PUPE.	INCUBATION + DÉVELOPPEMENT.
7	3,5	4,2	1,9	4,8	21,4

La durée totale de la vie d'une femelle adulte oscille entre douze et dix-sept jours.

La température influe considérablement sur la rapidité du développement de l'insecte mais son action varie suivant l'humidité relative atmosphérique. (McGill 1927). Les thrips peuvent supporter un froid de — 4° C. pendant plusieurs heures.

Au terme de son évolution, la larve au 2e stade gagne le sol (ou un endroit frais situé à la surface du sol) et se transforme en une prépupe qui manifeste une certaine activité ; la pupe se tapit dans les anfractuosités du sol et se déplace très peu. *Thrips tabaci* a été récolté en plein air jusqu'à la fin du mois de novembre dans la région de Lyon ; il peut y avoir de 5 à 6 générations dans le courant de l'année.

Ennemis naturels : Thrips tabaci est fréquemment attaqué par un Eulophide : *Thripoctenus brui* Vuillet qui parasite également *Frankliniella robusta*. En Grande-Bretagne, Bagnall signale un autre Eulophide parasite : *Thripoctenus russelli*.

Bourne et Shaw (1936) ont trouvé dans le Massachusetts des Thrips de l'ognon tués par un champignon.

Comportement du virus chez *Thrips tabaci* Lind. — Un certain nombre de points sont à envisager : spécificité de l'Insecte vis-à-vis du virus ; — incapacité d'assimilation du virus par l'adulte ; — incubation du virus ; — action du virus sur l'Insecte ; — longévité du virus dans le corps de l'Insecte.

Spécificité de l'Insecte vis-à-vis du virus. — La Tomate, le Tabac et de nombreuses plantes sont sujettes à plusieurs maladies à virus (mosaïques en particulier) qui peuvent se développer dans ces plantes concurremment avec le virus de la maladie bronzée de la Tomate. Un Thrips qui viendra s'alimenter sur des plantes possèdant plusieurs virus et qui, après incubation du virus, ira piquer une Tomate saine ne transmettra à cette dernière que la maladie bronzée (K. M. Smith, 1931-1932). Les Thrips sont donc capables de «filtrer» les différents virus pour ne conserver que le virus de la maladie bronzée.

Incapacité d'assimilation du virus par l'adulte. — Un phénomène très particulier aux Thrips en temps qu'agents de transmission de maladies à virus est le suivant : ces insectes ne peuvent s'infecter que durant leurs stades larvaires; cette faculté disparaît dès qu'ils sont adultes. Ce fait a été observé par Bald et Samuel sur *Frankliniella lycopersici* et par Lindford sur *Thrips tabaci* vecteur du «Pine-Apple yellow-spot». En Grande-Bretagne, K. M. Smith a confirmé ces résultats pour le «Spotted-wilt» et le Thrips de l'Ognon. Les larves porteuses de virus subissent la pupaison exactement de la même manière que les larves normales. Les adultes qui en proviennent sont capables d'infecter les plantes dès leur naissance.

Ce curieux phénomène est expliqué de la façon suivante par Smith (1932) : chez la larve, l'oesophage est dilaté alors qu'il est étroit chez l'adulte; chez ce dernier, la nourriture ne peut circuler que lentement le long des parois ce qui permet l'absorption du virus par les cellules œsophagiennes. Il ne parviendra donc plus à l'intestin qu'une nourriture privée de virus.

Les matériaux alimentaires assimilés par le tube digestif sont emportés par le sang vers 2 glandes salivaires localisées dans le thorax et une partie de l'abdomen; s'il s'agit d'une larve venant de s'alimenter sur une plante malade, les particules de virus ingérées pénétreront dans les glandes salivaires où elles se multiplieront. Quand la larve ou l'adulte piqueront une plante, une partie du virus diffusera dans la salive et assurera ainsi l'infection de la plante-hôte.

Incubation du virus. — D'après Bald et Samuel (1931), K. M. Smith (1932), la durée d'incubation du virus du «Spotted-wilt» dans les glandes salivaires de Thrips Tabaci oscillerait entre 5-6 jours et 8-9 jours; je n'ai observé que des durées d'incubation de huit et neuf jours. D'après Lindford (1932) l'incubation serait beaucoup plus variable chez *Thrips tabaci* vecteur du «Pine-Apple-yellow-spot» (7 à 27 jours sur Ananas et 8 à 27 jours sur *Emilia Sagittata*).

Action du virus sur l'Insecte. — Il est naturel de penser que le virus des plantes en se diffusant dans les glandes salivaires de l'insecte doive produire dans celles-ci des troubles physiologiques se traduisant par des productions de corps anormaux ou des anomalies de structure. La petitesse des thrips se prête mal à des recherches aussi délicates et les efforts des chercheurs se sont portés sur des insectes beaucoup plus volumineux. Dobroscky (1929) a étudié les glandes salivaires et le tube digestif d'une cicadelle *Cicadula sexnotata* Fall., vecteur de plusieurs maladies à virus; il n'a pu déceler aucune lésion attribuable à la présence du virus. Chez *Euttettix tenellus* Baker, vecteur du Curly-top de la Betterave à sucre, Swezy et Severin (1930) ont signalé des organismes anormaux. Chez les Aphides certains auteurs ont cru voir des anomalies dans les glandes salivaires, d'autres n'ont rien pu mettre en évidence.

Longévité du virus dans le corps de l'Insecte. — *Frankliniella lycopersici* conserve le virus de Spotted-wilt pendant au moins vingt-quatre jours, la période pupale étant comprise dans ce temps (Samuel, Bald et Pittman, 1930). Un Thrips infecté vivant plusieurs jours sur des plantes non sensibles au Spotted-Wilt peut infecter ensuite des plantes susceptibles.

Un autre point important est celui de la transmission du virus des parents aux descendants : chez les Thysanoptères comme chez les Aphides, le passage du virus dans l'œuf n'a pas été observé.

Les plantes-hôtes,

Le virus agit de façon très variable sur les différentes plantes qui l'hébergent : les unes subissent une nécrose brutale des tissus et ne tardent pas à périr; d'autres présentent sur les feuilles et les fruits des nécroses légères ou des taches pâles et arrondies; quelques espèces manifestent des malformations florales alors que d'autres végétaux ont la composition de leurs tubercules modifiée. Les plantes ont un développement languissant avec une, deux ou trois périodes de croissance vigoureuse.

Le virus est réparti dans toute la plante; on peut infecter des sujets sensibles avec le jus extrait des tiges, des feuilles, des fruits et même des racines d'un sujet malade. Cependant, si les fruits verts de la Tomate sont très riches en virus, ce dernier n'existe plus chez le fruit mûr. Cette disparition du virus peut être attribuée soit aux phénomènes chimiques qui se produisent au cours de la maturation (en particulier modification du pH) soit à la forte température existant par moments à l'intérieur du fruit et résultant du métabolisme cellulaire joint au rayonnement solaire.

La maladie bronzée de la Tomate se développe sur un grand nombre de plantes appartenant à plusieurs familles : [K. M. Smith (1932); Gardner, Tompkins et Thomas (1935).]

Dicotylédones.

Solanées. — *Solanum capsicastrum*, S. *melongena*, S. *tuberosum*, S. *aculeatissimum*, S. *nigrum*, S. *dulcamara*, S. *nodiflorum*, S. *laniatum*, S. *marginatum*, *Atropa belladonna*, *Lycopersicum esculentum*, *Capsicum annuum*, *Petunia* sp., *Physalis* sp. *Salpiglossis* sp., *Schizanthus* sp., *Streptosolen jamesonii*, *Browallia speciosa major*, *Nicotiana tabacum*, *N. glutinosa N. rustica*, *Hyoscyamus niger*, *Datura stramonium*.

Composées. — *Zinnia elegans*, *Calendula* sp., *Chrysanthemum* sp. *Lactuca sativa*, *Dahlia*, *Callistephus chinensis*, *Cineraria* sp.

Légumineuses. — *Vicia faba*, *Lupinus* sp. *Pisum sativum*, *Phaseolus vulgaris*.

Crucifères. — *Matthiola* sp.

Papavéracées. — *Papaver nudicaule*.

Tropaéolacées. — *Tropaeolum majus*.

Bégoniacées. — *Begonia* sp.

Campanulacées. — *Campanula pyramidalis; Trachelium* sp.

Scrofularinées. — *Calceolaria* sp.

Gesnériacées. — *Gloxinia* sp.

Convolvulacées. — *Convolvulus arvensis.*

Malvacées. — *Malva* sp.

Primulacées. — *Primula malacoides, Primula sinensis.*

Renonculacées. — *Delphinium* sp.

Plantaginacées. — *Plantago major L.*

Monocotylédones.

Aracées. — *Richardia Africana Kunth.*

Amaryllidacées. — *Hippeastrum* sp.

Description des symptômes observés sur diverses plantes.

Dans ce chapitre, je décrirai en premier lieu les lésions observées sur des végétaux infectés naturellement et cultivés en pleine terre; cette partie intéressant particulièrement le praticien, je m'étendrai assez longuement sur l'apparition et l'aspect des symptômes caractéristiques. En second lieu, je résumerai les réactions manifestées par différentes plantes-hôtes à des infections artificielles réalisées par un mode mécanique ou par les thrips.

Symptômes observés sur des plantes infectées naturellement.

J'ai trouvé 5 espèces de plantes gravement atteintes par cette maladie à virus. Ce sont : la Tomate, le Tabac, le Dahlia, le Zinnia et la Reine-Marguerite.

J'ai suivi l'évolution de la maladie en 1936 et en 1937 sur des plantes végétant sous le climat girondin et en 1938 sur les mêmes plantes se développant sous le climat rhodanien. J'ai pu constater que les symptômes présentés varient dans une assez large mesure suivant la région. Cette constatation met en évidence l'action du milieu sur l'apparition et la forme des lésions; elle permet également de dire que le simple examen d'une plante ne permet pas d'identifier une maladie à virus : cette détermination ne pourra être faite qu'à la suite d'infections artificielles réalisées sur diverses plantes convenablement choisies et cultivées dans des conditions déterminées.

Tomate. — *Région bordelaise* (1936-1937). — Les observations ont été faites dans un jardin planté de 300 pieds de Tomate (variété Marmande). La floraison est générale le 1er juin; les plantes abondamment fumées au fumier de ferme et aux engrais chimiques sont extrêmement vigoureuses, condition prédisposant à une rapide extension de la maladie. Un carré d'ognons situé à une dizaine de mètres est fortement envahi par *Thrips tabaci*.

Dans le courant du mois de mai, les Thrips quittent les ognons en grand nombre et émigrent sur plusieurs espèces de plantes où ils continuent à se reproduire. Les larves s'infectent sur les plantes vivaces porteuses du virus (Dahlia); devenus adultes, les Thrips gagnent les plantes annuelles alors en pleine période de croissance (tomates, tabacs, zinnias, etc.) et leur transmettent le virus. Je note les premiers Thrips sur la Tomate le 3 juin; les jours suivants, j'en récolte régulièrement quelques spécimens; un autre Thysanoptère, *Frankliniella insularis* Trybom est très abondant, les deux espèces se trouvent dans la proportion de 6 *Thrips tabaci* pour 100 *Frankliniella*.

Le 5 juin, les fruits les plus développés atteignent la grosseur d'une noix; le feuillage

est d'un vert intense et ne présente aucune tache. Le 18 juin, les fruits ont la taille d'une pomme ; certains d'entre eux présentent quelques rares taches arrondies qui sont assez difficiles à distinguer des très nombreuses taches en anneau produites par *Botrytis cinerea* Pers (fig. 13) (Ainsworth, Oyler et Read, 1938). Les jeunes feuilles s'enroulent vers la face supérieure et cet enroulement augmente par la suite avec le vieillissement des feuilles (fig. 14).

La fumure exerce une action très nette dès cette époque : 2 lignes de tomates de la même variété ont été mises en comparaison, l'une se trouvant sur un terrain abondamment fumé et l'autre sur un sol non enrichi : l'enroulement et plus tard la coloration bronzée du feuillage sont beaucoup plus prononcés dans la première parcelle que dans la seconde.

Fig. 13. — Taches sur jeunes fruits de Tomate. Les deux petites taches centrales sont dues à la maladie à virus ; les taches en anneaux sont causées par un champignon : *Botrytis cinerea*. (Bordeaux, 7 août 1936.) Photo Heynard.

Fig. 14.— Enroulement des feuilles de Tomate. (Bordeaux, août 1936.)

Le 28 juin, les lésions se précisent. Comme précédemment, on observe quelques taches sur les fruits et l'enroulement du feuillage ; mais les feuilles basses présentent de nouveaux caractères. Environ 30 p. 100 des pieds portent sur les rameaux supérieurs des feuilles présentant une ornementation très spéciale ; on aperçoit à la face supérieure de celles-ci de minces lignes sinueuses, larges de 1 millimètre, marron clair à marron foncé, isolées ou réunies par endroit, affectant parfois une forme vaguement polygonale ou circulaire. Ces dessins sont le plus souvent régulièrement répartis sur toute la surface de la feuille ; le rameau a fréquemment toute la surface de ses feuilles envahie. Toutes les branches ne sont pas atteintes, les plus anciennes qui sont complètement développées depuis plusieurs semaines, ne présentent qu'un jaunissement plus ou moins marqué du feuillage et des taches nécrotiques. Les rameaux fraîchement développés sont aussi

indemnes. Ces mouchetures ne s'observent qu'au delà de la 5e branche (le comptage étant fait de haut en bas) et l'intensité des taches va en augmentant jusqu'aux 8e ou 9e rameaux. Ces petites taches marron se développent rapidement à la surface supérieure de la feuille; 6 à 8 jours après leur apparition, on voit ces mêmes taches se dessiner à la face inférieure de la feuille (fig. 15); je n'ai pas observé dans cette plantation que les taches devenaient confluentes ainsi que le signalent les auteurs anglais. Néanmoins, en raison de la grande similitude des lésions présentées par ailleurs, je rapporte ces symptômes au « bronzing » considéré comme le phénomène le plus caractéristique du « tomato spotted-wilt » et je désignerai par la suite cet état comme étant le « stade des taches bronzées » [1]. Un assez grand nombre de feuilles présentent des taches jaunâtres

Fig. 15. — Premiers symptômes des taches bronzées sur la face inférieure d'une feuille de Tomate. (Var. Merveille des Marchés.), 7 août 1938.

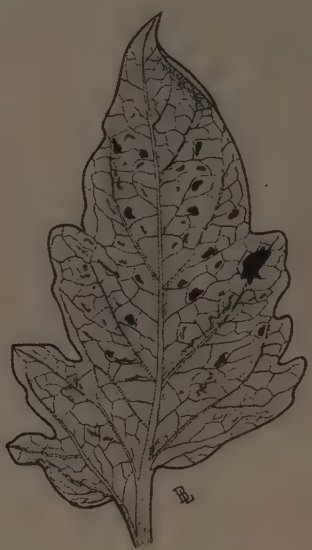


Fig. 16. — Taches bronzées sur la face supérieure d'une feuille de Tomate (Var. Merveille des Marchés). Saint-Genis-Laval, 26 juillet 1938.

à contours estompés; ces décolorations sont plus abondantes à la base de la feuille qu'à la pointe. Le dernier aspect que présente la plante malade est un enroulement général portant sur toute la longueur des feuilles : ceci s'observe surtout sur les feuilles porteuses de décolorations épidermiques et est fréquemment corrélatif d'un dépérissement général de la plante.

Région lyonnaise (1938). — Dans ses grandes lignes, le climat rhodanien diffère du climat girondin par une température printanière et estivale moins élevée et par une pluviosité plus faible; bien que les écarts présentés par les deux climats ne soient pas considérables, ils modifient cependant quelque peu le développement et les caractères de la maladie.

[1] Il ne faut pas confondre ces taches bronzées avec celles produites par le soleil sur la face inférieure des feuilles. Dans ce dernier cas, les plages marron s'étalent largement à partir d'une nervure et toutes dans le même sens. Il n'y a jamais formation de lignes marron étroites et sinueuses (fig. 17).

Les observations ont été effectuées sur une plantation de tomates de plusieurs ares bien exposée, mais assez peu fumée. Des Dahlias plantés non loin de là assurent la conservation du virus. La floraison des tomates commence le 8-10 juin; les pieds sont très vigoureux. Les premiers *Thrips tabaci* sont ramassés sur des pommes de terre le 8 juin; le nombre d'adultes et de larves s'accroît considérablement sur cette solanée pour atteindre un maximum le 4 juillet (fig. 12). Je ne trouve sur la Tomate que quelques spécimens avec un maximum de 12 insectes pour 100 feuilles le 6 juillet. Les premières jeunes feuilles enroulées sont trouvées le 29 juin dans une culture maraîchère très

Fig. 17. — «Coup de soleil» sur un rameau de Tomate.
Bordeaux, 17 juin 1937.

soignée et abondamment fertilisée; les fruits les plus avancés ont un diamètre de 40 millimètres et présentent quelques taches livides; mais on n'observe pas de taches bronzées, ni de jaunissement du feuillage. La plantation de tomates en observation est moins avancée que la précédente; les fruits n'atteignent 40 à 50 millimètres que le 6 juillet; à cette date, je n'observe pas de jeunes feuilles enroulées. On voit que les lésions n'apparaissent pas en même temps pour une même région et pour de mêmes plantes : le voisinage des porteurs de virus, la vigueur des plantes conditionnent nettement la précocité de l'apparition des symptômes.

Vers le 10 juillet, un certain nombre de pieds présentent une végétation ralentie, une taille réduite et des taches bronzées qui n'ont pas tout à fait la même apparence qu'à Bordeaux : elles ne débutent pas par de petites lignes marron qui s'entrelacent par la suite, mais elles s'extériorisent brutalement, envahissant rapidement plusieurs folioles et plus particulièrement les folioles proximales des jeunes rameaux; ces folioles

offrent dans leur ensemble un aspect bronzé, légèrement doré et s'incurvent vers le bas et en dedans. Une mosaïque de taches jaunes et vertes apparaît fréquemment à la base de quelques feuilles. A la date du 16 juillet, environ 30 p. 100 des plantes sont touchées; elles auront une végétation languissante et 5 p. 100 d'entre elles mourront dans le courant du mois d'août.

Dans le courant de la dernière décade de juillet, le feuillage supérieur devient jaunâtre et s'enroule fortement; les feuilles âgées de plus de 15 jours sont fortement bronzées; cette coloration est produite maintenant par la réunion de petites taches marron pâle placées au centre d'une zone jaunâtre (fig. 16); puis les taches marron s'agrandissent, se soudent, la coloration se fonce et devient brillante, ce qui donne aux parties malades un aspect vraiment bronzé. Plus tard, ces taches marron gagnent la face inférieure de la feuille; elles y forment de petites macules ovalaires ou arrondies de 1 millim. 5 à 2 millimètres qui se rejoignent rarement. En cas d'attaque grave, la nervure peut subir un début de nécrose.

Du 10 au 23 juillet, la végétation subit un temps d'arrêt complet de croissance bien que la température soit élevée et que la culture soit arrosée; les fruits continuent cependant à grossir et à mûrir. La coloration bronzée des feuilles très accusée et abondante le 12 juillet ne s'observe plus que difficilement le 20 juillet : ceci montre une fois de plus que les décolorations ou colorations anormales des feuilles produites par les maladies à virus sont d'intensité variable et parfois même fugaces.

A partir du 23 juillet, une forte reprise de la végétation se manifeste; les sujets qui avaient produit dans la première quinzaine de juillet des pousses rachitiques aux feuilles petites et malformées émettent maintenant des branches vigoureuses, des feuilles bien développées et d'apparence saine; cependant les pieds particulièrement atteints ne s'accroissent pas ou produisent des pousses naines. Le 1er août, les nouvelles feuilles montrent des taches bronzées; le renouveau de croissance persévère jusqu'à la fin du mois d'août alors que les pieds rachitiques dépérissent et meurent.

Remarques. — La comparaison des observations effectuées à Bordeaux (1936 et 1937) et à Lyon (1938) permet de faire les remarques suivantes (les conditions météorologiques générales des années 1937 et 1938 étant sensiblement comparables) :

Les taches bronzées sur les feuilles de Tomate sont plus abondantes à Bordeaux qu'à Lyon; cette différence semble être due aux meilleures conditions de végétation réunies à Bordeaux (climat plus chaud, terrain mieux fumé).

La précocité d'apparition des lésions paraît liée à la rapidité de croissance de la plante. A Bordeaux, la pleine floraison a lieu le 1er juin et le pourcentage maximum de jeunes feuilles enroulées est noté le 17 juin, soit seize jours plus tard. A Lyon, la pleine floraison est observée le 16 juin et le maximum d'enroulement des feuilles ne se produit que le 12 juillet, soit vingt-six jours après la floraison. Les taches bronzées sur les feuilles sont notées à partir du 20 juin à Bordeaux et du 12 juillet à Lyon.

Etude cytologique des feuilles bronzées de la Tomate. — La présence du virus dans les plantes produit des troubles physiologiques plus ou moins profonds. Les mosaïques et les maladies caractérisées par des taches en anneau (ringspot) exercent leur action pathologique principalement sur les parties vertes des plantes; en réduisant de ce fait la fonction chlorophyllienne, ils nuisent considérablement à l'alimentation carbonée de la plante; il s'ensuit des modifications cytologiques et des productions cellulaires anormales.

Dufrenoy (1937) a récemment publié une étude cytologique des feuilles de Tabac parasitées par le Spotted-wilt. J'ai recherché les causes de ce phénomène très particulier qu'est l'apparition des taches bronzées sur les feuilles de Tomate; en effet, aucune autre maladie à virus ne produit chez la Tomate de semblables altérations. Contrairement à ce que l'on pouvait croire, les modifications cellulaires qui provoquent cet aspect extérieur très spécial se déroulent suivant le processus normalement observé pour les lésions provoquées par les maladies à virus.

Les tissus foliaires ont été examinés d'une part vitalement dans une solution isotonique de rouge neutre et d'autre part après fixation par les liquides de Regaud, de Meves et de Duboscq-Brasil; les colorations ont été principalement réalisées par l'hématoxyline-érythrosine et par l'hémalun-éosine.

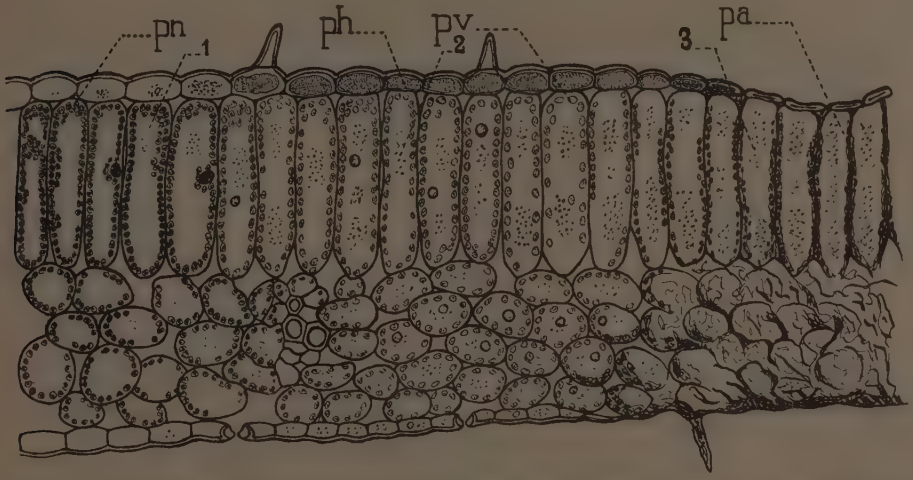


Fig. 18. — Coupe transversale d'une feuille de Tomate montrant des taches bronzées et une légère nécrose. Fixation au Regaud (Saint-Genis-Laval, 12 août 1938).
(*pn* : plastes normaux; *pv* : plastes vésiculisés; *pa* : plastes agglutinés; *ph* : précipités phénoliques.)

Les changements subis par les cellules par suite de l'action toxique du virus peuvent se ramener à 3 types (fig. 18) : Cellules éloignées de la région nécrotique. — Cellules en bordure de la nécrose, à chloroplastes altérés. — Cellules détruites ou en voie de destruction.

Dans le premier cas (fig. 19) les cellules épidermiques présentent par places de petits corpuscules arrondis qui sont des productions phénoliques précipitées par le bichromate de potassium; la rareté de ces précipités dénote une teneur de la cellule en composés phénoliques insuffisante pour donner une teinte marron à l'épiderme. Les cellules palissadiques contiennent de nombreux plastes que l'entassement rend polyédriques. Le système vacuolaire est peu développé, on observe des mitochondries éparses dans le cytoplasme et des granulations graisseuses facilement colorables par le bleu d'indophénol naissant ou le Soudan III. Les plastes contiennent un ou plusieurs petits grains d'amidon ovalaires décelables par l'action d'une solution iodo-iodurée; ils sont plus gros et moins nombreux que ceux d'une feuille saine. Le tissu lacuneux présente lui aussi un réseau dense de plastes riches en gros grains d'amidon.

La structure cellulaire se modifie profondément dans les tissus situés au voisinage

immédiat de la nécrose (fig. 19). Les cellules épidermiques sont presqu'entièrement remplies par les composés phénoliques précipités sous l'action du bichromate de potassium; ces substances se présentent tantôt sous forme d'une masse homogène tantôt sous forme de granules éparpillés dans la cellule. Ce sont ces tannoïdes, qui joints à ceux des cellules palissadiques donnent les taches bronzées. Dans le cas de lésions jeunes, toutes les cellules épidermiques présentent cette constitution, mais il arrive fréquemment que ces cellules s'affaissent jusqu'à ce que la paroi supérieure vienne reposer sur la membrane inférieure de la cellule; à cet état, les productions phénoliques

Fig. 19. — Cellules épidermiques et palissadiques d'une feuille de Tomate montrant des taches bronzées et une légère nécrose.
Saint-Genis-Laval, 12 août 1938. Fixation au Regaud, coloration à l'hématoxyline ferrique-érythrosine.
(Les fig. corespondent respectivement aux régions 1, 2, 3 de la fig. 18.)
l : gouttelettes graisseuses ; *m* : mitochondries ; *N* : noyau ; p_a : plastes agglutinés ; *pn* : plastes normaux ; *pv* : plastes vésiculisés ; *ph* : précipités phénoliques.

sont devenues rares ou inexistantes, mais le rapprochement des parois des cellules contribue à réduire la transparence de la cellule et donne sensiblement le même aspect macroscopique.

Le système vacuolaire des cellules palissadiques s'est fragmenté, réaction courante de la cellule à une action parasitaire (Dufrenoy, Quitanilha, Mangenot). Les plastes, peu abondants et disséminés dans la cellule, se sont arrondis; la perte de leur forme polyédrique n'est pas, ainsi que le signalent quelques auteurs, la conséquence directe de la perturbation provoquée par le parasite dans leur métabolisme; elle dérive de la réduction du nombre de plastes qui permet à ceux-ci de se répartir largement dans la cellule sans présenter entre eux de surface de contact. Les plastes sont légèrement plus gros que ceux des cellules normales (3 μ 9 contre 3 μ 6). Ils sont vésiculés par suite de l'hydrolyse de l'amidon qu'ils contenaient et que, sous l'action nocive du virus, ils sont devenus incapables de régénérer : la cellule n'a plus qu'une vie ralentie qui l'achemine vers la mort. Les composés phénoliques sont abondants et se localisent de préférence à la

partie supérieure des cellules. Les vaisseaux du liber et quelques vaisseaux du bois sont également remplis de tannoïdes précipités en petites masses amorphes. Les cellules du tissu lacuneux subissent une évolution analogue à celle des tissus palissadiques. Dans la majorité des cas, les lésions ne dépassent pas ce stade; les taches bronzées présentent une zone centrale dont les cellules palissadiques répondent à la description précédente et une zone périphérique composée de cellules répondant au premier type.

Chez les variétés se développant dans de bonnes conditions, un certain nombre de cellules palissadiques et lacuneuses finissent par mourir. La figure 19 (à droite) représente une portion de cette région : les cellules épidermiques se sont affaissées; elles sont vides ou ne contiennent plus que de petites masses noirâtres résultant de l'oxydation des substances phénoliques. Les cellules palissadiques et lacuneuses ne possèdent plus que des plastes dégradés, agglutinés en amas sombres qui viennent s'appliquer sur les parois des cellules. Les substances phénoliques sont précipitées en petits granules et forment des îlots épars dans la cellule; de gros globules graisseux sont visibles dans les cellules récemment tuées.

En résumé, l'action du virus sur les cellules de la Tomate présente de grandes analogies avec ce qui a été observé par Dufrenoy sur le Tabac. La différence principale réside dans une plus grande production de composés phénoliques chez la Tomate et par leur accumulation dans les cellules épidermiques.

Tabac (*Nicotiana Tabacum*). — J'ai pu observer les dégâts produits par le virus sur des tabacs cultivés à l'Institut expérimental S. E. I. T. de Bergerac et au Centre de Recherches agronomiques de Pont-de-la-Maye. La maladie se manifeste par l'apparition d'anneaux nécrotiques circulaires d'un diamètre de 3 à 5 millimètres; le nombre de ces anneaux s'accroît très rapidement en 2 ou 3 semaines; à ce moment, les feuilles de Tabac peuvent être littéralement ponctuées de ces petits anneaux qui se détachent en gris sur le parenchyme légèrement chlorotique de la feuille : j'ai compté jusqu'à 280 de ces taches sur une seule feuille. Les plantes ne meurent pas, mais croissent lentement; elles présentent souvent une légère nécrose des nervures et des bourgeons, les feuilles sont ternes et faiblement crispées. La végétation s'arrête complètement pendant deux à trois semaines et reprend durant trois à six semaines; la plante émet de nouveaux bourgeons feuillus d'apparence saine pendant que les vieilles feuilles jaunissent et se dessèchent; puis la croissance est arrêtée de nouveau; le Tabac périclite lentement jusqu'à la récolte ou se dessèche en commençant par les plus grandes feuilles.

Chez les tabacs cultivés dans les terres pauvres de Pont-de-la-Maye, tous ces symptômes s'observent, mais sous une forme atténuée. La plante pousse lentement, les bourgeons latéraux qui grandissent aux dépens de la tige-mère finissent par se dessécher et pendent le long de celle-ci.

Dahlia. — Les variétés à fleurs claires sont très sensibles au virus; les dahlias à fleurs rouges ou grenat possédant corrélativement des feuilles vert foncé manifestent rarement des lésions bien visibles; cependant ces variétés hébergent le virus et elles constituent de ce fait des « porteurs de virus » particulièrement dangereux. Les symptômes peuvent être ramenés à deux types principaux. A la fin du mois de mai, quelques pieds ont des feuilles porteuses d'anneaux concentriques, alternativement vert jaunâtre et vert foncé ou de la même intensité que celle de la feuille normale (fig. 20). Ces lésions mesurent 10 à 25 millimètres; elles peuvent avoir des contours bien marqués ou estompés.

Dans d'autres cas, les zones jaunâtres sont plus étroites, à limites nettes et irrégulières (fig. 20). Pour beaucoup de variétés, les dégâts s'arrêtent là. — Chez les variétés plus sensibles, il se produit vers la mi-juin de petits macules pâles arrondis de 10 à 15 millimètres de diamètre. Par la suite, ces surfaces décolorées virent au jaune-verdâtre, puis présentent une partie centrale décolorée (fig. 21*a*).

Les dahlias infectés ont une croissance très ralentie, les jeunes feuilles se développent lentement et sont chlorotiques; les fleurs sont petites et rares. En fin de végétation, le dahlia malade n'atteint que les deux tiers de la taille d'une plante saine. Ce rabougrissement est beaucoup plus marqué l'année suivante; la plante pousse lentement, le feuillage est chlorotique et les fleurs minuscules. Les tubercules produits par de tels

Fig. 20. — Taches pâles en anneau sur feuille de Dahlia var. Jane Cowl; Bordeaux, 1er juillet 1937; début, 25 juin 1937 (en haut et à gauche).
(Photos Ramadier.)

sujets n'engendrent plus que des plantes naines qui meurent dans le courant de la saison.

Il arrive que sous des conditions de milieu particulières les zones décolorées s'atténuent considérablement et deviennent difficilement perceptibles; elles reprennent leur aspect primitif dès que les facteurs ambiants redeviennent favorables.

Le Dahlia est le principal responsable de la conservation du virus pendant l'hiver. K. M. Smith a remarqué que les tubercules de plantes malades ne donnent pas invariablement des sujets infectés l'année suivante.

Reine-Marguerite. — Les Reines-Marguerites présentent un arrêt de végétation très marqué dans le courant du mois de juin, puis la croissance reprend de manière inégale. Vers le 15 juillet, les hampes florales sont bien dégagées, mais les jeunes feuilles sont petites et un peu enroulées. Les feuilles anciennes et surtout les jeunes offrent une

Fig. 21. — *a*. Taches pâles et nécrotiques sur feuilles de Dahlia, var. Jane Cowen. Bordeaux, 1er juillet 1937.
b. Taches vert foncé sur feuilles de Zinnia. Saint-Genis-Laval, 10 août 1938.
c. Aspect général de Zinnia sain. Saint-Genis-Laval, 25 juillet 1938.
d. Aspect général de Zinnia malade. Saint-Genis-Laval. 25 juillet 1938. (Remarquer la crispation du feuillage, le raccourcissement des entre-nœuds, la petitesse des feuilles et de la fleur, l'enroulement des pétales.)

mosaïque légère de petites plages sombres; on observe également de nombreuses taches circulaires marron jaunâtre à la face supérieure des feuilles âgées. Il se produit un nouvel arrêt de végétation dans la deuxième quinzaine de juillet qui est suivi d'une croissance normale à partir du 1er août. Les pieds très atteints ont les entre-nœuds raccourcis; les feuilles qui se développent après le second arrêt de croissance ainsi que les bractées florales sont faiblement crispées.

Zinnia. — Les cultures de Zinnias de la région lyonnaise sont gravement attaquées par le virus puisque l'on compte vers la fin du mois de septembre 90 à 95 p. 100 de pieds malades.

Ces plantes se développent normalement jusqu'au début du mois de juin, date à laquelle on remarque un ralentissement de la croissance et même un arrêt total sur 20 à 25 p. 100 des pieds : quelques sujets présentent une légère mosaïque sur les feuilles moyennes.

La croissance reprend, mais d'une manière très inégale, dans le courant du mois de juillet; certaines plantes ont une taille normale, des feuilles larges, vertes et planes, des fleurs de grande taille situées à l'extrémité d'un long pédoncule (fig. 21*c*). Par contre, d'autres zinnias ont un feuillage vert glauque parsemé de grands macules vert foncé (fig. 21*b*), mesurant de 3 à 20 millimètres; quelques feuilles sont légèrement crispées et tordues vers le bas, les entre-nœuds sont très raccourcis (fig. 21*d*), la fleur petite, mal formée, a des pétales étroits, tordus, décolorés par endroits. Les taches sombres du feuillage deviennent parfois confluentes et forment de larges traînées irrégulières. Quelques feuilles n'ont pas de grandes plages sombres, mais sont parsemées de nombreuses petites taches vert foncé. De par le raccourcissement des entre-nœuds, la taille totale de la plante ne dépasse pas les deux tiers de celle d'une plante saine. Il arrive souvent que la tige maîtresse est apparemment indemne et de longueur normale alors que les tiges secondaires présentent tous les symptômes précédemment décrits. Un tel comportement s'explique par une infection réalisée tardivement, alors que la tige principale allait atteindre son complet développement.

Durant les mois d'août et de septembre, les plantes continuent à végéter et ne donnent plus que des fleurs dégénérées.

Symptômes observés sur des plantes infectées artificiellement.

Tomate (*S. Lycopersicum*). — La Tomate est une des plantes les plus sensibles au virus. Les premières lésions occasionnées par le virus apparaissent six à sept jours après l'infection à la condition que la plante soit jeune et placée dans les conditions optima de végétation. Dans le cas contraire, la maladie peut s'extérioriser plusieurs semaines après l'infection. Les premiers symptômes sont une légère décoloration des nervures suivie par l'apparition de quelques petits cercles concentriques de 2 à 3 millimètres de diamètre; on observe ensuite un léger enroulement des feuilles vers le bas. Quand le virus est très actif, la feuille infectée peut s'affaisser presque complètement en moins de deux jours; les petites nervures sont brunies et subissent un début de nécrose, la croissance de la plante est arrêtée et la mort de la plante s'ensuit généralement. Quand la tomate a été infectée tardivement ou qu'elle pousse lentement, le virus a beaucoup moins d'effet : les feuilles s'enroulent très peu et la nécrose des nervures est exceptionnelle.

La coloration bronzée des feuilles n'apparaît que beaucoup plus tard; elle est parfois devancée par une légère mosaïque localisée à la base des jeunes feuilles.

Pomme de terre (*S. Tuberosum*). — K. M. Smith a infecté par grattage des Pommes de terre (var. Arran Victory et President) avec du virus extrait du Datura; les symptômes sont apparus 25 à 28 jours plus tard; les feuilles avaient des taches rondes et pâles, bordées de rouge; ces taches se sont ensuite nécrosées. Les plantes infectées produisent des tubercules à consistance dure et glacée dont la germination est assez difficile. De jeunes plantules de Tabac infectées avec le jus extrait de tubercules âgés de plusieurs mois ont montré les lésions caractéristiques. Cependant, ces tubercules ont donné des plantes apparemment saines. K. M. Smith en conclut que le virus descend de la feuille vers le tubercule, mais qu'il ne remonte pas dans la plante, ce qui permettrait de penser que les tubercules formés par ce pied sont libres de virus.

Tabac (*Nicotiana Tabacum*). — Les jeunes Tabacs développent sur les feuilles, six à sept jours après l'inoculation, de petites taches circulaires arrondies de 2 à 3 millimètres de diamètre. Ces taches se multiplient et grandissent. Les symptômes qui apparaissent ultérieurement sont comparables à ceux que l'on observe en plein air.

Nicotiana Glutinosa. — Cette Solanée est très sensible à l'action du virus. Des taches nécrotiques vaguement circulaires apparaissent huit à dix jours après l'inoculation (cinq à six jours d'après Bald et Samuel, 1931). Ces taches sont petites et rares au début, mais elles grandissent par la suite et peuvent atteindre 10 millimètres. Il se produit vingt à vingt-cinq jours après l'inoculation une névrose des nervures des jeunes feuilles.

Datura (*D. Stramonium*). — K. H. Smith a distingué trois types d'infections qui correspondraient à trois degrés de virulence :

a. «Ringspot» qui se développe quand l'inoculation a été réalisée avec le jus extrait de feuilles malades de *Solanum capsicastrum;*

b. Mosaïque typique de vert pâle et de jaune sur un fond vert sombre;

c. «Crinkle» produit par le virus obtenu de Tabac et caractérisé par la décoloration des veines et le noircissement des feuilles.

Pétunia. — K. H. Smith a signalé la réaction particulière du Pétunia au virus du Spotted-wilt. Cette plante développe de petites taches brunes seulement quarante-huit heures après l'infection. Ces taches disparaissent rapidement et la croissance de la plante se poursuit normalement.

Physalis. — Le Physalis est sujet au virus de la maladie bronzée; j'ai observé à plusieurs reprises des feuilles porteuses de petites taches marron pâle devenant nécrotiques. Des tomates infectées avec le jus de ces feuilles ont donné une réaction positive.

Laitue (*Lactuca sativa*). — Tompkins et Gardner (1934) ont observé des laitues gravement attaquées par le virus du Tomato-Spotted-wilt : les feuilles des plantes infectées jaunissent, s'incurvent et se fanent sur leur pourtour; des taches nécrotiques se développent sur les feuilles jeunes et vieilles; toutes les variétés de Laitue sont susceptibles.

Action des facteurs ambiants sur l'apparition des symptômes.

L'apparition des lésions, leur importance et leur disposition paraissent intimement liées aux conditions de croissance de la plante et aussi, mais à un moindre degré, aux facteurs externes (température, humidité, lumière, etc.).

Les jeunes plantes dont les tissus sont en pleine période de croissance sont beaucoup plus sensibles au virus que les plantes âgées ou arrivées au terme de leur développement.

J'ai remarqué à maintes reprises que des tomates infectées dès la deuxième ou la troisième feuilles développaient très vite des symptômes primaires qui s'aggravaient si la plante continuait à pousser vigoureusement. Des plantes du même âge, de même taille, infectées en même temps, mais placées par la suite dans des conditions médiocres de végétation, présentaient un arrêt dans l'extension des lésions et développaient des feuilles apparemment saines; il se produisait même une régression des caractères primaires de l'infection.

On peut dire qu'en règle générale, l'intensité des lésions produites par un virus est en raison inverse de la rapidité de croissance. C'est la raison pour laquelle les plantes cultivées en plein air présentent généralement des symptômes très atténués.

La température exerce une action très nette sur l'apparition des lésions et leur importance : le « stade des taches bronzées » est beaucoup plus marqué chez les tomates cultivées en plein air que chez les sujets se développant en serre. Il est probable que ce comportement est dû à une combinaison de la température et de la lumière.

Best (1936) a montré que les lésions primaires produites par le Tomato-Spotted-wilt sur *Nicotiana Tabacum* étaient beaucoup plus abondantes et d'apparition plus précoce chez des plantes cultivées à une température de 20° C. que chez celles végétant à une température de 15° C.

La lumière solaire exerce sur le développement des décolorations et des nécroses une influence inhibitoire assez marquée; j'ai surtout observé cette action chez le Dahlia et la Tomate.

Conservation du virus pendant l'hiver.

Le virus de la maladie bronzée de la Tomate ne paraît pas se transmettre à travers la graine de cette plante ou des autres espèces sensibles. Le virus se conserve d'une année à l'autre par les plantes infectées que l'on multiplie par tubercules ou par éclats ; le Dahlia paraît être la plante-hôte principale.

Les Solanées ornementales telles que *Solanum capsicastrum* et les Solanées sauvages arbustives jouent peut-être un rôle analogue.

Techniques employées.

Préparation du virus. — La maladie bronzée de la Tomate se transmet très facilement par le frottement d'une portion de plante malade sur une plante saine : il suffit de provoquer chez la plante à inoculer des blessures superficielles par où le virus pourra pénétrer dans les cellules. J'ai essayé plusieurs méthodes afin de pouvoir déterminer celle qui donnait les résultats les plus constants.

On prélève les jeunes feuilles de végétaux montrant depuis peu de temps les lésions caractéristiques; ces feuilles sont coupées en fines tranches à l'aide de forts ciseaux et les fragments ainsi obtenus sont broyés dans un mortier en présence d'une quantité d'eau égale au volume des tissus foliaires. Le magma est filtré et le jus obtenu doit être immédiatement employé. Les inoculations sont faites de préférence par temps couvert ou à la fin de l'après-midi.

Inoculation méganique du virus. — Les premiers essais d'inoculation ont été réalisés avec une micro-épingle emmanchée qui était plongée dans le jus avant chaque piqûre; on peut aussi lacérer l'épiderme d'une série de lignes longitudinales, opération immédiatement suivie d'un badigeonnage de jus virulent au moyen d'un petit tampon de coton. Cette méthode qui permet d'imiter le mode de piqûre réalisé par les thrips ne m'a pas donné de bons résultats.

Beaucoup de plantes-hôtes ont les feuilles très jeunes ornées de longs et gros poils; en brisant ceux-ci, on permet au virus de pénétrer dans la plante (méthode de Holmes).

J'emploie pour réaliser rapidement les infections une pince à bouts arrondis entourée d'un ruban de mousseline de manière à former un petit tampon; celui-ci est plongé quelques instants dans le jus et s'imbibe d'une certaine quantité de liquide, ce qui permet d'infecter rapidement un grand nombre de plantes en un temps réduit : ceci est très important dans le cas présent où le virus perd toute activité en moins de trois heures. L'inoculation se fait de la manière suivante : la paume de la main gauche est appliquée sous la feuille, pendant que, de l'autre main, on passe lentement et toujours dans le même sens le tampon sur la face supérieure de la feuille. On doit agir avec une certaine énergie afin de rompre le plus grand nombre possible de poils. Quelques heures après l'opération, on ne doit voir aucune lésion épidermique : de cette manière la moindre nécrose qui se développe par la suite est remarquée.

Il existe quelques plantes sensibles telles que le dahlia qui possèdent des feuilles presque glabres et munies d'une cuticule résistante; des infections réalisées de la manière précédente n'auraient que très peu de chances de réussir. Dans ce cas, j'ai adopté la technique suivante qui donne d'assez bons résultats : l'endroit de l'inoculation choisi est essuyé avec un petit morceau de papier puis frotté très légèrement à l'aide d'un petit rectangle de papier de verre extra-fin de 10×30 millimètres que l'on maintient avec une pince à gros mors. Sur la surface ainsi blessée, on passe le tampon imbibé de virus; les morceaux de papier ordinaire et de papier de verre ne servent que pour une opération.

Le virus semble être d'autant plus actif que la plante qui la renferme a été récemment infectée. En Australie, Bald et Samuel (1931) ont réalisé de Tomate à Tomate des infections avec le jus de plantes malades depuis deux à soixante-dix jours. Ils ont opéré sur un petit nombre de plantes, mais cependant les résultats obtenus dans l'ensemble paraissent significatifs :

Plantes montrant les symptômes depuis :		Plantes malades, ...	
2 à 12 jours.			12 sur 12 - 100 p. 100.
40 à 63 jours.			7 sur 9 - 88 p. 100.
70 jours.			0 sur 3.

Élevage des Thrips. — Les larves de Thrips sont récoltées sur les feuilles d'ognons ou de pommes de terre puis élevées au laboratoire dans de petites cages de verre (fig. 22). Les insectes sont placés dans des tubes de verre de 25 à 30 millimètres de diamètre

ouverts aux deux bouts : l'extrémité inférieure est fermée par un bouchon de liège percé d'un trou par où passe le pétiole de la feuille; l'autre extrémité est obturée par un capuchon de cellophane maintenu par un élastique; celui-ci repose sur le rebord du verre de

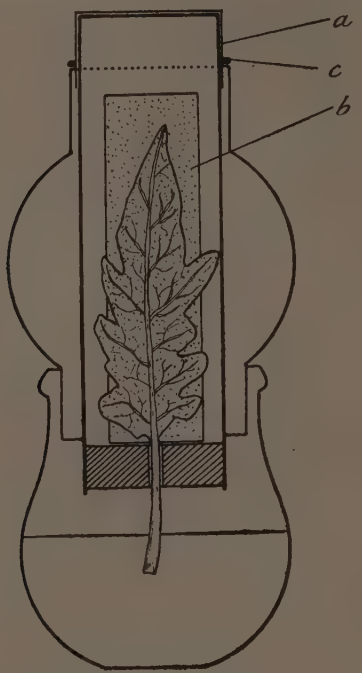


Fig. 22. — Schéma du dispositif utilisé pour l'élevage des *Thrips*. (*a*. cellophane; *b*. feuille de papier buvard; *c*. élastique).

lampe Pigeon et supporte le tube. Ce dispositif est peu encombrant et facile à réaliser; l'air saturé de vapeur d'eau qui entoure le tube joue le rôle d'écran et évite une trop grande élévation de température à l'intérieur de la cage. Une bande de buvard est placée à l'intérieur du tube du côté de la face inférieure de la feuille afin d'absorber les gouttelettes d'eau produites par la respiration.

Infections expérimentales.

Des infections artificielles ont été réalisées sur les plantes suivantes : Tomate, Tabac, Physalis, Aubergine, Piment, Zinnia, Reine-Marguerite, Lupin, Plantain majeur. Ces infections ont été faites : soit par un mode mécanique, soit à l'aide des Thrips.

Infection par un mode mécanique. — En 1936, faute de serre, tous les essais ont été réalisés en plein air. Le 18 juillet, j'ai essayé d'infecter des tabacs par frottement et légère lacération des tissus avec le jus provenant de l'épiderme de tomates malades. Le 3 août, soit seize jours plus tard, de petites taches brunes sont apparues sur les feuilles soumises à l'infection; les témoins sont restés sains.

Le 25 juillet, un pied de *N. Tabacum* planté en serre froide a été inoculé au moyen d'une micro-épingle infectée avec du jus de feuille de Physalis ; le 3 août, soit dix jours plus tard, il a présenté une tache pâle sur la feuille soumise à l'inoculation. Cette tache n'a jamais évolué et s'est même atténuée par la suite ; cela tient vraisemblablement aux mauvaises conditions de végétation du Tabac qui s'est très peu développé depuis le repiquage.

Le 5 août, les infections suivantes ont été faites : (6 plantes par lot).

PLANTE MALADE UTILISÉE POUR L'INFECTION.	PLANTES INFECTÉES LE 5 AOÛT.	RÉSULTATS à la DATE DU 18 AOÛT.
Jus de fruits de Tomate tachée....	*Nicotiana tabacum*.....	+
Feuille de Physalis.....	*Idem*.....	+
Tomate tachée.....	*Idem*.....	+
Fruit de Tomate tachée.....	Fruit de Tomate.....	—
Idem.....	Feuille de Tomate.....	+
Idem.....	Feuille de Lupin.....	+
Idem.....	Feuille de Physalis.....	+

Le 18 août, des nécroses très nettes sont apparues : très grandes (30 millim.) et irrégulières chez 3, petites (8-10 millim.) et circulaire chez 1 et 2, petites et vaguement polygonales chez 5, 6 et 7.

Les fruits n'ont montré aucune réaction. J'ai fait par ailleurs plus d'une centaine d'inoculations sur fruits de toutes dimensions par frottement et par piqûre avec du jus de Tabac et de Tomate sans obtenir un seul résultat positif.

Le 14 août, j'ai infecté de jeunes pieds de Tomate ayant 4 à 5 feuilles par frottement doux avec du jus concentré de feuille de Tomate, de fruit de Tomate et de Physalis malades ; le 30 août, aucune lésion n'était apparue. L'insuccès de ces inoculations est peut-être dû à la forte concentration du jus : une trop haute teneur en virus doit tuer rapidement les cellules et supprimer ainsi toute diffusion du virus dans la plante.

J'ai repris en 1937 ces essais d'inoculation tant en serre qu'en plein air. Les premières expériences ont été faites en serre sur de jeunes tabacs et tomates recouverts de grandes cloches de verre.

Le 15 avril, j'ai trouvé un pied de Dahlia dont les feuilles présentaient les symptômes caractéristiques de la maladie. Le jour même, j'ai infecté 17 pieds de tomates au moyen d'un tampon imbibé du jus extrait de ces feuilles. Le 21 avril, soit six jours après l'infection, j'ai observé l'apparition de petites taches arrondies de 2 à 5 millimètres de diamètre comprenant au centre une surface très pâle gris jaunâtre formée de tissus desséchés, limitée par un étroit liseré noir brunâtre. Ces lésions ont augmenté par la suite en nombre et en dimensions ; sur 17 pieds de tomates ayant 5 à 6 feuilles j'ai compté : 36 taches le 21 avril ; — 51 taches le 23 avril ; — 160 taches le 7 mai.

A partir du 28 avril, les feuilles ont jauni par endroits et principalement sur les bords. Le 19 mai, les pieds ont été plantés en pleine terre ; la floraison a commencé le 26 mai et, le 25 juin, j'ai noté un début d'enroulement des jeunes feuilles.

Le 30 juin, j'ai infecté en serre de jeunes pieds de tomates (4-5 feuilles) avec du jus de feuilles de Dahlia présentant les anneaux caractéristiques ; le 2 juillet, les plantes traitées ont les nervures légèrement plus pâles que celles des témoins. Le 5 juillet, soit cinq jours après l'inoculation, j'observe comme dans l'expérience précédente l'apparition de petites nécroses gris pâle bordées d'une étroite bande marron foncé.

J'ai poursuivi en 1938 ces essais d'infections artificielles; je ne disposais pas de serre et j'ai été amené à réaliser mes inoculations sur des plantes cultivées dans un petit terrain situé dans une prairie éloignée de toute culture de plantes sensibles au virus. Les plantes suivantes ont été utilisées : Tomate, Zinnia, Aubergine, Reine-Marguerite, Chrysanthème, Capucine.

Les infections ont toutes été réalisées le 20 juillet avec du jus extrait de feuilles de tomates bronzées. Le 30 juillet, les tomates montrent un très léger éclaircissement des nervures; celles des aubergines sont un peu jaunâtres. Le 5 août, les capucines présentent de petites nécroses foliaires; le 8 août, les nervures des tomates et des aubergines sont toujours pâles, les nécroses des feuilles de capucines se sont légèrement développées; les chrysanthèmes et les zinnias ont les feuilles faiblement tordues vers le bas. Le 11 août, une légère mosaïque apparaît à la base des jeunes feuilles de tomate.

Les observations effectuées ultérieurement ne montrent pas une extension des symptômes; ce fait me paraît attribuable à 2 causes :

Le virus a été récolté sur des plantes infectées depuis longtemps et n'est pas en conséquence très actif;

Les plantes infectées sont âgées, elles se développent mal et ne constituent pas un milieu très favorable au virus.

J'ai obtenu des résultats semblables avec du virus extrait de Zinnias infectés naturellement.

En résumé, le temps nécessaire entre l'époque de l'infection et l'apparition des symptômes peut varier de 5-6 jours à 14 jours pour des plantes à végétation active. Chez les plantes se développant dans de mauvaises conditions, les lésions peuvent apparaître seulement 40 à 60 jours après la pénétration du virus ainsi que j'ai pu l'observer en 1936 chez *Nicotiana Tabacum*.

Infection par *Thrips tabaci* Lind. — Dès la fin du mois de juin, j'ai récolté sur les ognons une grande quantité de larves de *Thrips Tabaci* que j'ai élevées dans les petites cages décrites au chapitre VI. Une feuille de Tomate prélevée sur une plante malade était placée dans chaque tube; les Thrips étaient laissés 2 ou 3 jours au contact de cette feuille. J'ai d'abord voulu me rendre compte si les Thrips infectés étaient capables de provoquer par leurs piqûres sur les fleurs et les fruits l'infection de la plante-hôte. Le 5 juillet, j'ai recouvert 5 jeunes fleurs de Tomate d'un capuchon de cellophane dans lequel 20 Thrips tabaci infectés avaient été placés; les Thrips se sont bien développés et je n'ai eu à enregistrer qu'une faible mortalité (10 p. 100). Des pieds de Tomate provenant du même semis et cultivés dans les mêmes conditions servaient de témoins. Les plantes en expérience ont été examinées tous les jours et elles n'ont montré aucune lésion. Le 12 août, les jeunes fruits infectés atteignaient la grosseur d'une petite pomme et les feuilles ne présentaient aucun symptôme de la maladie.

Parallèlement à ces essais, d'autres infections ont été réalisées sur les feuilles de jeunes pieds de Tomate; l'expérience a porté sur 12 pieds de Tomate cultivés en pots et placés en serre chaude. Chaque pied a été recouvert d'un verre de lampe « tempête » fermé par de la cellophane; 20 Thrips infectés ont été introduits dans chaque cage ainsi constituée; 6 autres pieds de tomate ont été placés sous un verre de lampe et ont servi de témoins. Le 2e jour, une solution nicotinée a été pulvérisée sur les tomates afin de détruire tous les Thrips. Le 24 juillet, soit 14 jours après l'infection, les nervures de 11 plantes ont été plus claires que celles des témoins et l'on a commencé à apercevoir

quelques petites taches pâles qui devinrent nécrotiques entre le 26 et le 30 juillet. En 1938, j'ai infecté de la même manière de jeunes tomates avec des Thrips élevés sur des tomates malades; les premiers symptômes sont apparus 15 et 18 jours plus tard.

Modes de lutte.

Destruction des Thrips. — La lutte directe réalisée par la destruction des vecteurs, rencontre beaucoup de difficultés. Les Thrips sont des insectes très mobiles dont la petitesse leur permet de se loger dans le moindre abri et d'échapper à l'action des insecticides de contact. D'autre part, quelques Thrips peuvent infecter une quantité considérable de plantes, un seul Thrips paraissant capable d'inoculer la maladie à une plante.

Quelques produits ont donné des résultats assez satisfaisants :

La nicotine employée sous la forme suivante est très active;

Nicotine à 500 grammes par litre.	250 centimètres cubes.
Carbonate de soude.	30 grammes.
Savon blanc.....	1000 grammes.
Eau.	100 litres.

Les pulvérisations seront répétées 3 fois à 10 jours d'intervalle;

Le pyrèthre employé en poudrage seul ou en mélange (1 partie de pyrèthre et 9 parties de fleur de soufre) a donné des résultats inégaux.

Le naphtalène employé en fumigations dans les serres est généralement efficace.

Suppression des plantes-hôtes d'hiver. — Le virus est conservé durant l'hiver dans les tubercules et les racines ainsi que dans les plantes cultivées en serre. La principale source de dissémination du virus est créée au printemps par la plantation en pleine terre de tubercules infectés (Dahlia) et par le repiquage des plantes semées en serre et déjà malades. A cette époque, les Thrips entrent en pleine période d'activité; ils se disséminent, se multiplient et assurent ainsi une rapide extension de la maladie.

Un des modes de lutte les plus efficaces consiste à inspecter soigneusement au printemps toutes les plantes sensibles au virus et à éliminer toutes celles qui présentent des symptômes du mal. Cette méthode est loin d'être parfaite puisqu'il existe des végétaux « porteurs de virus » qui ne présentent aucune lésion.

Obtention de pieds résistants. — J'ai observé à plusieurs reprises parmi les variétés courantes de tomates (Marmande, Reine des marchés) des pieds très vigoureux et d'apparence saine au voisinage de plantes gravement malades. Il est logique de penser que par une sélection sévère poursuivie pendant plusieurs années on puisse avoir l'espoir d'obtenir des sujets particulièrement résistants. Cette sélection pourrait être réalisée de la manière suivante : les tomates à sélectionner seraient plantées par bandes de 2 ou 3 lignes séparées par une ligne d'ognons qui assureraient le développement d'un grand nombre de *Thrips tabaci*. Quelques pieds de dahlias malades l'année précédente seraient disposés au voisinage immédiat de la culture et constitueraient une réserve permanente de virus qui serait largement diffusé par les Thrips. En procédant de cette manière, on pourrait être assuré que toutes les plantes mises en expérimentation seraient infectées. Il ne resterait plus qu'à marquer les pieds les plus vigoureux. Certaines plantes sauvages sont naturellement résistantes au virus : tel est le cas des tomates sauvages *Lycopersicum pimpinellifolium* qui se montrent réfractaires à toute infection

naturelle ou artificielle de Spotted-wilt (Best 1937). Le croisement de ces tomates sauvages avec nos variétés cultivées permettrait peut-être d'obtenir des plantes résistantes au virus et productrices de fruits de bonne qualité.

Conclusions.

L'étude comparée des pièces buccales de larves et d'adultes de *Thrips tabaci* a permis de suivre les transformations légères subies par la capsule cranienne et certains appendices buccaux au cours des métamorphoses. Les mensurations des mandibules et des maxilles expliquent les possibilités et la spécialisation alimentaires des 2 formes.

Chez la larve comme chez l'adulte, la mandibule droite existe à l'état vestigial; le labre se termine par une membrane élastique dont la forme paraît varier suivant les espèces; l'épipharynx est bien développé et joue un rôle important dans la perforation des cellules épidermiques de la feuille. Une autre pièce impaire, que j'ai appelée l'hypopharynx, est incapable de piquer; son rôle est d'apporter la secrétion salivaire au niveau de la plaie provoquée par l'épipharynx, suivi de la mandibule gauche et des maxilles.

Les Thrips possèdent donc huit pièces buccales : le labre, 2 mandibules (la mandibule droite étant atrophiée), 2 maxilles également développées, l'épipharynx, l'hypopharynx et le labium; cette morphologie buccale se rapproche assez bien de celle des diptères (Tabanides, Culicides).

La maladie qui occasionne l'enroulement des jeunes feuilles de Tomate et plus tard les taches bronzées est due à un virus; cette affection est connue depuis plusieurs années en différents pays sous le nom de « Tomato Spotted-wilt ».

L'identification de la maladie bronzée de la Tomate a été vérifiée par des infections expérimentales réalisées soit mécaniquement soit à l'aide du vecteur (*Thrips tabaci* Lind.).

Cette maladie existe dans plusieurs départements; elle a été trouvée en particulier dans les départements de la Gironde, de la Dordogne, du Rhône, de l'Isère et du Nord.

De nombreuses plantes sont sensibles à ce virus qui manifeste sa présence de différentes manières : en inhibant la croissance de son hôte et en réduisant la qualité de ses produits (Tabac); — en diminuant la production fruitière (Tomate); — en réduisant la floraison (Zinnia, Dahlia, Reine-Marguerite, Capucine); — en provoquant le rabougrissement et la mort (Tabac, Dahlia).

Les symptômes observés en France diffèrent quelque peu de ceux signalés à l'étranger. Les caractères de la maladie ne sont pas les mêmes sous le climat Girondin et sous le climat Rhodanien. Ces variations paraissent attribuables à des conditions de milieu dissemblables. Sur une plante, des lésions légères telles que des décolorations épidermiques peuvent s'atténuer et même disparaître provisoirement par suite de modifications climatiques. Une maladie à virus peut donc s'extérioriser différemment suivant la rapidité de croissance de la plante, les conditions atmosphériques et la variété employée.

La nocivité d'un virus n'a pas une valeur absolue : elle semble dépendre de plusieurs facteurs agissant soit seuls, soit en combinaison :

Plantes-hôtes. — Plusieurs auteurs ont remarqué que le virus extrait de certaines espèces de plantes a une action beaucoup plus marquée que celui provenant d'autres espèces de plantes infectées dans les mêmes conditions et ayant le même âge.

K. M. Smith (1932) pense que le passage du virus par certaines plantes accorderait à celui-ci une plus grande spécificité se traduisant par une virulence plus marquée.

Complexe de virus. — En contre-partie deux ou plusieurs virus qui produisent isolément des lésions bénignes peuvent provoquer des désordres très graves par leur réunion dans une même plante.

Age des tissus de l'hôte. — Les plantes jeunes dont les tissus sont en voie de multiplication constituent un milieu remarquable pour le développement du virus qui devient rapidement très nocif; son inoculation à une plante sensible produit des troubles importants. Puis la plante infectée vieillit, sa croissance se ralentit et le virus évolue dans des cellules âgées, riches en déchets et à métabolisme réduit; le jus extrait de telles plantes et inoculé à une plante sensible ne provoque plus que des lésions légères : il semble que le virus soit passé par une phase de « vie latente ». A ce moment, la plante infectée peut développer de nouvelles pousses d'apparence saine; mais le virus ne tarde pas à venir en contact avec ces cellules jeunes et passe à nouveau par une phase de « vie active » (inférieure cependant à celle du début), la croissance de la plante saine s'arrête une seconde fois et le virus passe à l'état de « vie latente », ce qui permet un nouveau développement de la plante.

Cette hypothèse permet d'expliquer les reprises de végétation suivies d'une aggravation des lésions qui ont été observées au cours de ces recherches chez la Tomate, le Tabac, le Dahlia et le Zinnia.

BIBLIOGRAPHIE.

1933. Ainsworth (G. C.). — Virus disease investigations : *a.* Spotted-wilt of Tomatoes; *b.* Mosaïc and « stripe disease » of Tomatoes. (*Expt. and Research Stat. Cheshunt Ann. Rept,* 1932, p. 39-45.)

1935. Ainsworth (G. C.). — Spotted-wilt on Richardias. (*Gdnr's Chron. t.* XCVII, p. 31.)

1934. Ainsworth (G. C.), Berkeley (G. H.) and Caldwell (J.). — A comparison of English and Canadian Tomato virus diseases. (*Ann. of Appl. Biol.*, t. XXI, p. 566-580.)

1938. Ainsworth (G. C.), Oyler (E.) and Read (W. H.). — Observations on the Spotting of Tomato fruits by *Botrytis cinerea* Pers. (*Ann. Appl. Biol.*, t. XXV, p. 308-321.)

1935. Andrewartha (H. G.). — The prediction and control of outbreaks of *Thrips Imaginis Bagnall.* (*J. Aust. Inst. Agric. Sc.*, I, n° 2, p. 78-80.)

1937. Andrewartha (H. V.). — A new Species of Thysanoptera of economic Importance in South Australia. (*Trans. Roy. S. Aust.*, 61, p. 163-165.)

1935. Bailey (S. F.). — Thrips as vectors of plant disease. (*J. Econ. Ent.*, n° 6, p. 856-863.)

1935. Balachowsky (A.) et Mesnil (L.). — Les Insectes nuisibles aux plantes cultivées (2 vol.).

1931. Bald and Samuel (G.). — Investigations on « Spotted-wilt » of Tomatoes. (*Council for scientif. and Indus. Res. Bull.*, 54.)

1934. Bald (J. G.) and Samuel (G.). — Some factors affecting the inactivation rate of the virus of Tomato-Spotted-wilt. (*Ann. of. Appl. Biol.*, XXI, n° 2, p. 179-190.)

1935. Berkeley (G. H.). — Occurence of Spotted-Wilt of Tomato in Ontario. (*Scient. Agri.*, t. XXI, p. 387-392, 2 pl.)

1937. Best (R. J.). — The effect of light and temperature on the developement of primary lesions of the viruses of Tomato Spotted-wilt and Tobacco Mosaïc. (*The Aust. J. of Expt. Biol. and Medical Science,* t. XIV.)

1936. Best (R. J.). — Investigations on plant virus diseases. (*Rept Waite Agric. Res. Inst. Glen Osmond,* p. 84-90.)

1936. Best (R. J.) and Samuel (G.).— The reactions of the virus of Tomato Spotted-wilt and Tobacco Mosaïc to the pH value of media containing them. (*Ann. Appl. Biol.*, XXIII, p. 509-537.)

1931. Böning (K.). — Zur Atiologie der streifen und kraüselkrankheit des Tabaks. (*Zeitschr. für Parasitenkunde,* t. III, p. 103-141.)

1936. Böning (K.). — Die Wichtigsten Krankheiten des Tabaks. (*Nachrichr. Schädlingsbekämpfung,* t. XI, p. 53-86.)

1915. Borden (A. D.). — The mouth-parts of the Thysanoptera and the relation of thrips to the non-setting of certain Fruits and Seeds. (*Journ. Econ. Ent.,* t. VIII, p. 354-360.)

1936. Bourne (A. L.) and Shaw (F. R.). — A Fungus infesting Onion thrips. (*Thrips tabaci* Lind; *Bull Brooklyn Ent. Soc.,* XXXI, n° 1, p. 15-17.)

1919. Brittlebank (C. C.). — *Journ. Agric. Vict.,* 27, p. 231, Australie.

1934. Caldwell (J.). — The control of virus diseases of Tomato. (*Journ. Min. Agric.,* t. XLI, p. 743-749.)

1934. Caldwell (J.). — The physiology of virus diseases in plants VI-Some effects of mosaic on the metabolism of the Tomato. (*Ann. Appl. Biol.,* XXI, p. 207-225.)

1935. Caldwell (J.). — On the Interactions of two strains of a plant virus experiment on induced immunity in plants. (*Proc. Roy. Soc. London,* series B, t. CXVII, p. 120-139.)

1936. Chamberlain (E. E.) and Taylor (G. C.). — The occurence of Spotted-wilt on Tomatoes in New Zealand. (*N. Z. Journ. Agric.,* t. LII, p. 9-17.)

1929. Dobroscky (I. B.). — Is the aster yellows virus detectable in its insect vector? (*Phytopath.,* t. XIX, p. 11.)

1934. Doolittle (S. P.) and Sumner (C. B.). — Probable occurence of Australia, New Zealand. (*Phytopath.,* t. XXIV, p. 943-946.)

1928. Dufrenoy (J.). — Introduction à l'étude cytologique des plantes affectées par les maladies à virus. (*Ann. des Epiphyties,* p. 163-174.)

1928. Dufrenoy (J.). — La mosaïque de la canne à sucre. (*Ann. des Epiphyties,* p. 199-210.)

1928. Dufrenoy (J.). — Observations sur les modifications pathologiques de la forme des vacuoles des cellules végétales. (*Ann. des Epiphyties,* p. 227-268.)

1929. Dufrenoy (J.). — Études cytologiques relatives aux maladies à virus. (*Phytopath. Zeitsch.,* t. I, p. 151-167.)

1937. Dufrenoy (J.). — Le «Spotted-wilt». (*Ann. des Epiphyties,* p. 187-223.)

1930. Eddy (C. O.) and Clarke (W. H.). — The onion thrips on seedling cotton with a season's record of parthenogenetic development. (*Journ. Econ. Ent.,* XXIII, p. 704-708.)

1933. Evans (J. W.). — Thrips investigations. I. The seasonal Fluctuations in numbers of *thrips imaginis* Bagnall and associated Blosom Thrips. (*Counc. Sc. Ind. Res. Aust. 6,* n° 3, p. 145 159.)

1932. Franssen (C. H.) en Van Heurn (W. C.). — Biologie en bestrijding van de sjalottenthrips. (*Thrips tabaci* Lind.) (*Korte Meded. Inst. Plziekt,* n° 18, 20 p.)

1925. Gardner (M. W.). — Necrosis, Hyperplasia and adhesions in Mosaic Tomato fruits. (*J. of. Agric. Research,* p. 871-888.)

1937. Gardner (M. W.) and Rex (T.). — Factors affecting the prevalence of the Spotted-wilt virus. (*Phytopath.,* t. XXVII, p. 129.)

1935. Gardner (M. W.), Tompkins (C. M.) and Whipple (O. C.). — Spotted-wilt of truck crops and ornemental plants. (*Phytopath.,* t. XXV, p. 17.)

1934. Gardner (M. W.) and Whipple (O. C.). — Spotted-wilt on Tomatoes and its transmission by Thrips. (*Phytopath.,* t. XXIV, p. 1136.)

1934. Green (D. E.). — The virus of Spotted-wilt in Gloxinias. (*Gard. Chron.,* t. XCVI, p. 2488.)

1924. Guilliermond (A.). — Nouvelles recherches sur les constituants morphologiques du cytoplasme de la cellule végétale. (*Arch. Anat. microsc.,* t. XX.)

1933. Guilliermond (A.), Mangenot (G.) et Plantefol (L.). — Traité de cytologie végétale.

1936. Hadorn (C.). — La lutte contre les Thrips dans les cultures horticoles et maraichères. (*Revue horticole Suisse,* p. 76-80 et 102-103.)

1921. Hamblin and Oswald (C.). — Spotted-wilt of Tomatoes. (*Agric. Gaz. New S. Wales,* p. 50.)

1902. Hinds (W. E.). — Monograph of the Thysanoptera inhabiting North America (in *Proc. U. S. Nat. Mus.,* vol. 26, p. 79-242.)

1931. Illingworth (J. F.). — Yellow-spot of pineapples in Hawaii. (*Phytopath.*, XXI, p. 865-880.)

1930. Jarret (P. H.). — The role of *Thrips tabaci* Lind. in the transmission of virus disease of Tomato. (*Ann. Appl. Biol.*, p. 444-451.)

1935. Johnson (J.) and Hoggan (I. A.). — A descriptive Key for Plant viruses. (*Phytopath.*, t. XXV, p. 328, 343.)

1888. Jordan. — Anatomie und Biologie der Physapoda. (*Zeits. Wiss. Zool.* 47.)

1937. Kokin (A.). — Physiological study of the injuriousness of common Mqsaic disease of Tobacco. (*Plant protection, 12, Leningrad*, p. 95-111.)

1931. Linford (M. B.). — Streak, a virus disease of Peas transmitted by *Thrips tabaci* Lind. (*Phytopathol.*, XXII, p. 301-324.)

1932. Linford (M. B.). — Transmission of the Pine—apple Yellow-Spot virus by *Thrips tabaci* Lind. (*Phytopath.*, XXII, p. 301-324.)

1918. Mc Clintock (J. A.). — True Nature of Spinach-Blight and Relation of Insects to its Transmission (*Journ. Agric. Research.*, XIV, p. 1-59.)

1927. Mc Gill (E. I.). — The biology of Thysanoptera with reference to the Cotton-plant. II. The relation between temperature and life-cycle in a satured atmosphere. (*Ann. Appl. Biol.*, XIV, p. 501-512.)

1937. Mc Gill (E. I.). — VIII. The relation between variations in temperature and the life-cycle. (*Ann. Appl. Biol.*, XXIV, p. 95-109.)

1937. Manil (P.). — L'énigme des virus. (*Ann. de Gembloux*, VI, p. 145-163.)

1936. Magée (C. J.). — Spotted-wilt disease of lettuces and potatoes. (*Agric. Gaz. N. S. W.*, t. XLVII p. 99-100.)

1933. Melis (A.). — Tisanotteri italiani. Genus melanthrips. (*Redia*, vol. XX, p. 1-143.)

1934. Melis (A.). — Tisanotteri italiani. Studio anatomo-morfologico e biologico del Liotripide dell' olivo. (*Liothrips Oleae* Costa; *Redia*, vol. XXI, p. 1-180.)

1936. Melis (A.). — Tisanotteri italiani. Genus taeniothrips. (*Redia*, vol. XXII, p. 1-95.)

1911. Muir and Kershaw (J. C.). — On the homologies and mechanism of the mouth-parts in the Hemiptera. (*Psyche*, 18.)

1927. Nobbe (R. J.). — Spotted-wilt in Tomatoes. (*Agric. Gaz. N. S. W.*, p. 59-63.)

1928. Ogilvie (L.). — Report of the plant pathologist for the year 1927. (*Rept. Dept. Agr. Bermuda*, p. 26-37.)

1933. Ogilvie (L.). — Ring-spot or Spotted-wilt of tomatoes and ornemental plants. (*Agric. and Hort. Res. Stat. Long. Ashton. Ann. Rept.*, 1932.)

1935. Ogilvie. — Spotted-wilt of tomatoes and its control. (*Rep. Agric. Hort. Res. Stat. Bristol*, 1934, p. 170-174.)

1930. Pearson (H. M.). — The thrips factor in onion sterility. (*J. of. Econ. Ent.*, p. 829-831.)

1915. Peterson (A.). — Morphological studies on the head and Mouth-parts of the Thysanoptera. (*Ann. Soc. Ent. Amer.*, 8, p. 22-67.)

1935. Pirone (P. P.). — Spotted-wilt on tomatoes and peppers in New-York. (*Plant. Dis. Rept.*, t. XIX, p. 244.)

1927. Pittman (H. A.). — Spotted-wilt of tomatoes. (*J. Counc. Sc. and Ind. Res.*, p. 74-77.)

1934. Pittman (H. A.). — Virus diseases of plants. With particular reference to the spotted or bronzy wilt disease of tomato. (*Journ. Dept. Agric. Western Australia*, ser. 2, t. XI, p. 123-140.)

1930. Pussard-Radulesco (E.). — Recherches biologiques et cytologiques sur quelques Thysanoptères. (*Ann. Epiphyties*, p. 103-188.)

1926. Puttemans (A.). — O «mosaico» de canna de assucar. (*Bol. Ministr. Agric. Ind. e Com., Rio de Janeiro*, 15, p. 350-355.)

1936. Rawlins (T. E.) and Tompkins (C. M.). — Studies on the effect of carborandum as an abrasive in plant virus inoculations. (*Phytopath.*, t. XXVI, p. 578-587.)

1937. Sakimura (K.) and Carter (W.). — The artificial feeding of Thysanoptera. (*Ann. Ent. Soc. Amer.*, t. XXVII, n° 2.)

1931. Samuel (G.) and Bald (J. G.). — Thrips tabaci as a vector of plant virus disease. (*Nature*, 128, p. 494.)

1933. Samuel (G.) and Bald (J. G.). — Tomato-Spotted-wilt on tobacco. (*Journ. Agric. South. Australia*, t. XXXVII, p. 190-195.)

1930. Samuel (G.), Bald (J.) and Pittman (H. A.). — Investigations on Spotted wilt of tomatoes. (*Counc. for Sc. and Ind. Res. Bull.* n° 64.)

1935. Samuel (G.), Best (R. J.) and Bald (J. G.). — Further studies on quantitative methods with two plant viruses. (*Ann. Appl. Biol.*, t. XXII, p. 508-524.)

1936. Shapovalov (M.) et Dufrenoy (J.). — Un virus infectant des Solanées et des plantes d'ornement dans le sud-ouest de la France. (*C. R. Soc. Biol.*, Bordeaux, t. CXXIII, p. 696-697.)

1936. Sheffield (F. M. L.). — The histology of the necrotic lesions induced by virus diseases. (*Ann. Appl. Biology*, t. XXIII, p. 752-758.)

1927. Simmonds (J. H.). — Spotted-wilt of tomatoes. (*Queensland agric., Journ.*, p. 28.)

1932. Smith (K. M.). — Studies on plant viruses. XI. Further experiments with a ringspot virus : its identification with spotted-wilt of the tomato. (*Ann. Appl. Biology*, t. XIX, p. 305-330.)

1933. Smith (K. M.). — Spotted-wilt : an important virus disease of the tomato. (*Journ. Min. Agric.*, p. 1097-1103.)

1933. Smith (K. M.). — Recent advances in the study of plant viruses. (1 vol., 423 p.)

1935. Smith (K. M.). — Some diseases of ornemental plants caused by the virus of tomato spotted-wilt. (*Journ. Royal Hortic. Society*, t. LX, p. 304-310.)

1936. Snyder (W. C.) and Thomas (H. R.). — Spotted-wilt of the Sweet-Pea. (*Hilgardia*, X, p. 257-262.)

1934. Speyer (E. R.). — Some common Species of the genus *Thrips*. (*Ann. Appl. Biology*, p. 120-152.)

1935. Steele (H. V.). — Thrips Investigations. Some common Thysanoptera in Australie. (*Pamphl. Sc. Indust. Res. Aust.*, 59 p.)

1930. Swezy (O.) — Factors influencing the minimum incubation periods of curly-top in the beet leaf hopper. (*Phytopath.*, XX, p. 1.)

1934. Tompins (C M.) and Gardner (M. W.). — Spotted-wilt of head Lettuce. (*Phytopath.*, t. XXIV, p. 1135 1136.)

1929. Uppal (B. N.). — Mosaïc disease of chillies, *Capsicum annuum*, in the Bombay Presidency. (*Intern. Bull. Plant. Prot.*, 3-7.)

1927. Wardle (R. A.). — The biology of Thysanoptera with reference to the Cotton plant. I. The relation between degree of infestation and Water supplied. (*Ann. Appl. Biology*, XIV, p. 482-500.)

1927. Wardle (R. A.) and Simpson (R.). — The biology of Thysanoptera with reference to the Cotton-plant. III. The relation between Feeding Habits and plants Lesions. (*Ann. Appl. Biol.*, XIV, p. 513-528.)

1923. Whetzel (H. H.). — Report Plant Pathologist, Bermuda. (*Repts Bd and Dept Agric.*, 1922-1929.)

1936. Whipple (O. C.). — Spotted-wilt on garden pea. (*Phytopathol.*, t. XXVI, p. 918-920.)

1935. Mc Whorter (F. P.) and Milbrath (J. A.). — The interpretation of Oregon tip blight on a basis of causal viruses. (*Phytopathol. Abstr.*, t. XXV, p. 897-898.)

1936. Williams (P. H.). — Some important diseases of glasshouse plants. (*Ann. Appl. Biology*, t. XXIII, p. 189-192.)

CONTRIBUTION

À L'ÉTUDE DE QUELQUES COLÉOPHORES,

PARASITES DES ARBRES FRUITIERS

par Jean Suire
Préparateur de Zoologie Agricole.

SOMMAIRE.

Pages.

Introduction 310

Les Coléophores parasites des arbres fruitiers 311

Coleophora Nigricella Stph 314
Anatipennella Hb 320
Fuscedinella Z 323
Siccifolia Stt 324
Currucipennella Z 325
Parripennella Z 326
Betulella H. W 327
Palliatella Zk 328
Badiipennella Dup 329
Flavipennella Dup. *trigeminella* Fuchs et *Kroneella* Fuchs 330

Parasites 332

Moyens de lutte 335

Introduction.

Les travaux de Slingerland, Lowe, Tragardh, Herrick, Kemner, Theobald, Thorpe, etc., ont montré suffisamment l'importance économique qui s'attache au groupe des Coléophores pour qu'il nous paraisse nettement superflu d'insister dans ce sens. Nous nous bornons aujourd'hui à présenter quelques remarques portant sur la biologie de différentes espèces ravageant les arbres fruitiers. Plus que pour tout autre parasite, il paraît en effet indispensable de connaître d'une façon précise leur évolution avant de lutter contre eux. Car leur vie larvaire abritée dans un fourreau, et leur mode de nutrition si spéciale, à l'abri des épidermes foliaires, rendent peu efficace l'emploi d'insecticides d'ingestion ou de contact si l'on ne précise le point faible de leur cycle.

Le genre *Coleophora* Hb. est situé, dans l'échelle systématique, entre les *Metriotes* et les *Goniodoma*. Très homogène, il se différencie de l'un par la présence d'écailles saillantes à l'extrémité de la deuxième articulation des palpes et de l'autre par des tibias postérieurs lisses. On connaît actuellement plus de 500 espèces de Coléophores dont plus des trois quarts appartiennent à la faune paléartique. Les chenilles de ce genre possèdent, à l'exception de quelques cas très rares (*mongetella* Chrét.), un corps moyennement allongé, avec la tête dégagée du premier anneau, et des segments antérieurs présentant, sur les faces dorsale et latérale, un certain nombre de plaques chitineuses des plus utiles pour leur détermination.

Les pattes sont en général très développées, mais parfois inégalement (*laripennella* Zett.). Chez certaines espèces (*onosmella* Brahm, *palliatella* Zck. *vibicella* Hb.) elles peuvent se trouver fort réduites ou même entièrement atrophiées. A l'état larvaire, les Coléophores se protègent toujours par un abri quelconque. Le plus grand nombre se loge dans un fourreau que la chenille transporte avec elle. Ces étuis peuvent être construits avec un fragment d'épiderme foliaire, cas le plus fréquent, une graine (*mongetella* Chrét.) ou un fruit (*siliquella* Cst.) débarrassé de son contenu par la larve. Certaines espèces vivent dans un fourreau presque totalement constitué par une matière soyeuse sécrétée par la chenille (*spumosella* Stgr. *anatipennella* Hb., *pyrrhulipennella* Z, etc.). Mais un petit nombre peut évoluer à l'intérieur des tiges sans produire aucune déformation (*salicorniae* H.) ou au contraire en provoquant une cécidie caractéristique. Dans ce dernier cas, les larves vivent en groupe (*subcastanea* Whghm.) ou isolément (*stefanii* Joan.).

P. Chrétien a enfin signalé une espèce (*C. infoliculella*), hôte des graines d'*Haloxylon articulatum*, dont l'évolution très curieuse peut servir en quelque sorte de terme de transition entre les coléophores constructeurs de fourreaux et ceux vivant dans les tiges. En effet, à l'approche de la nymphose, cette larve abandonne les graines où elle vivait, creuse un rameau de la plante, tapisse de soie une partie de la galerie et pratique vers l'extérieur un orifice qu'elle munit de trois clapets semblables à ceux que l'on rencontre à l'extrémité postérieure d'une foule de fourreaux libres.

La majorité des chenilles de Coléophores ainsi logées dans ces étuis qu'elles transportent, vivent aux dépens du parenchyme foliaire. Ces larves se mettent à brouter celui-ci en perçant un orifice circulaire dans l'épiderme d'une face et en faisant lentement progresser leurs premiers segments entre les deux membranes. Ces dernières ne sont pas autrement attaquées, sauf à la fin de l'évolution, par certaines espèces qui broutent entièrement le limbe à l'exception des principales nervures (*anatipennella* Hb., *currucipennella* Z.). Mais quelques Coléophores peuvent aussi se nourrir de graines (*mongetella* Chrét., *siliquella* Cst.) et, cas très rare, de fleurs (*involucrella* Chrét.). Les larves de *Coleophora* sont parfois très polyphages (*nigricella* Stph., *fuscedinella* Z.) ou, au contraire, nettement inféodées à une espèce végétale (*dianthi* H. S.). Parfois aussi, durant leur évolution, ces Tinéides peuvent changer de plante-hôte. Si l'on en croit certains auteurs, la larve de *C. lixella* Z., par exemple, vivrait d'abord dans les graines de *Thymus serpyllum*, ensuite dans un fourreau formé par l'épiderme foliaire de différentes graminées.

La voracité des chenilles chez les Coléophores est aussi très variable. L'évolution d'un individu peut exiger parfois près d'une centaine de feuilles, ainsi que nous avons pu l'observer (*fuscedinella* Z.) alors que, dans d'autres cas, deux ou trois suffisent à nourrir complètement certaines larves (*giraudi* Rag.). Les différents fourreaux ainsi construits constituent des éléments précieux de détermination. Ils peuvent être ramenés à sept types principaux dont nous avons donné, ailleurs, les caractéristiques. L'une d'entre elles, très importante à noter, est fournie par l'angle que forme l'axe du fourreau avec le substrat sur lequel il est plaqué. Ce caractère indiquant par conséquent le degré d'obliquité de l'orifice antérieur. Cet angle, que nous désignons par le terme d'«angle buccal», est en général indiqué par de nombreux auteurs étrangers avec la mention 2, 3, 4, 5 correspondant environ à 22°5, 45°, 67°5 et 90°.

Nous ne nous étendrons pas plus longuement ici sur l'évolution si curieuse et si variée de ce groupe

encore mal connu en France malgré les travaux de Bruand, Millière, Constant, Ragonot, Chrétien et de Joannis. Néanmoins, il nous a paru utile d'exposer ces quelques généralités avant de présenter les remarques que nous avons pu faire sur les espèces vivant aux dépens des arbres fruitiers et dont le développement, qui exige deux ans, est pour cela même souvent des plus difficiles à préciser. Par contre, plusieurs Coléophores étudiés ici offrent entre eux de nombreux points communs. Aussi, de façon à éviter toute redite, avons-nous spécialement insisté sur l'évolution de *C. nigricella* Stph. et *anatipennella* Hb. qui forment en quelque sorte deux types caractéristiques auxquels peuvent se ramener de nombreuses remarques concernant les autres espèces.

Les coléophores, parasites des arbres fruitiers.

Sur les arbres fruitiers de la région paléarctique se rencontrent un certain nombre de chenilles du genre *Coleophora* qui s'y développent aux dépens du feuillage. En France,

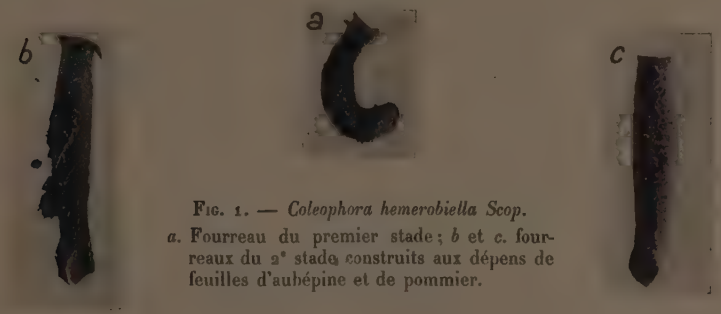


Fig. 1. — *Coleophora hemerobiella Scop.*
a. Fourreau du premier stade ; *b* et *c*. fourreaux du 2e stade construits aux dépens de feuilles d'aubépine et de pommier.

Fig. 2. — Dégâts sur une jeune poire.

les espèces présentant vraiment une importance économique sont au nombre de six : *C. fuscedinella* Z., *nigricella* Stph. *anatipennella* Hb., *badiipennella* Dup., *currucipennella* Z.

et *hemerobiella* Scop.[1] En outre, on peut rencontrer *C. palliatella* Z., *kroneella* Fuchs. *flavipennella* Dup., *trigeminella* Fuchs. *siccifolia* Stt. *paripennella* Z. et *betulella* H. W. Nous laisserons volontairement de côté une espèce indiquée d'Europe centrale et dont la valeur spécifique est discutable : *C. versurella* Z. (? *agricolella* Fuchs.). Nous ferons de même pour *C. splendoriferella* Cl., d'origine nord-américaine, dont les fourreaux auraient été rencontrés accidentellement en Allemagne sur des arbres importés.

Ces parasites quoique présentant un grand intérêt économique, n'ont pourtant jamais été étudiés d'une façon particulière en France, contrairement à ce qui se passe aux États-Unis où les importants travaux de Clemens, Davidson, Herrick, Fletcher, Leiby et Riley ont situé très exactement l'évolution de certaines espèces, notamment de *C. fletcherella* Fer. et *malivorella* Riley, dont la biologie est si voisine d'*anatipennella* Hb.

De même, au Canada, Petch et T. Armstrong se sont longuement occupés de *C. pruniella* Clemens, important parasite des vergers de Québec. Les chenilles qui nous intéressent ici vivent d'abord en mineuses entre les deux épidermes foliaires, ensuite dans un fourreau. Cet étui peut être constitué de deux façons : avec l'épiderme de la feuille (*paripennella* Z., *siccifolia* Stt., *badiipennella* Dup., *flavipennella* Dup., *hemerobiella* Scop., *trigeminella* Fuchs., *fuscedinella* Z., *kroenella* Fuchs., *nigricella* Sth.); avec une matière soyeuse secrétée par la chenille (*palliatella* Z., *currucipennella* Z., *anatipennella* Hb. et *betulella* H. W.).

On connaît la diversité de formes de ces fourreaux. Dans la majorité des cas, ce polymorphisme nous aidera justement à déterminer ces espèces, sans avoir à attendre l'éclosion de l'adulte. C'est dans ce but que nous avons établi la clef dichotomique suivante :

Fourreaux jamais recourbés postérieurement, formés par l'épiderme foliaire I

Fourreaux toujours recourbés à leur extrémité postérieure et formés par une matière soyeuse secrétée par la chenille II

I. — A. *Extrémité postérieure bivalve.*

1. Fourreau à lambeaux d'épiderme apparents émergeant dorsalement :

   a. Constitué par 20 à 30 segments ajoutés transversalement, fortement renflé au milieu de sa longueur. Largeur des diverticules dorsaux au plus égale à celle de l'étui proprement dit. Angle bucal nul ..... *Paripennella* Z.

   b. A contours peu définis. Lambeaux d'épiderme bien plus larges que l'étui. Angle buccal de 20 à 25° ..... *Siccifolia* Stt.

2. Fourreau cylindrique, rétréci à son extrémité. Lambeaux d'épiderme souvent absents, ou jamais plus larges que les 2/3 de la section du fourreau. Angle buccal de 20 à 25° ..... *Badiipennella* Dup.

B. *Extrémité postérieure trivalve.*

1. Angle buccal de 70°. Fourreau cylindrique, allongé, légèrement atténué en avant, faible carène dorsale, stries obliques ..... *Flavipennella* Dup.

2. Angle buccal de 90° ..... *Hemerobiella* Scop.

3. Angle buccal égal au plus à 45°. Longueur totale inférieure à 10 m/m :

   a. Angle buccal presque nul. Fourreau lisse à extrémité brusquement amincie *Trigeminella* Fuchs.

[1] Nous ne reviendrons pas sur cette espèce dont nous avons exposé ailleurs la biologie (1936). Néanmoins, ayant eu l'occasion d'observer à nouveau son parasitisme aux dépens des fruits, il nous semble utile de donner ici une reproduction de ces dégâts si particuliers.

b. Angle buccal de 20 à 25°. Fourreau marron à sillons bien marqués, à extrémité brusquement atténuée ..... *Fuscedinella* Z.

c. Angle buccal de 20° environ. Fourreau noir à extrémité rougeâtre. *Kroneella* Fuchs.

d. Angle buccal de 45°. Fourreau raboteux ou ridé, lentement aminci à partir du milieu..... *Nigricella* Stph.

II. — A. *Diverticules latéraux recouvrant au plus la moitié du tube central. Diamètre dorso-ventral de ces expansions égal au plus à la moitié de la longueur totale du fourreau.*

1. Pavillon, presque deux fois plus large que le tube central. Celui-ci porte deux à trois saillies latérales très proéminantes, vestiges des bords terminant avant qu'il ait atteint toute sa taille, la partie antérieure du fourreau. Angle buccal de 70°..... *Currucipennella* Z.

2. Pavillon à peine plus large que le tube central. Aucune saillie latérale du tube central. Angle buccal de 45°..... *Anatipennella* Hb.

B. *Diverticules latéraux recouvrant au moins les 2/3 du tube central. Diamètre de ces expansions presque égal à la longueur totale du fourreau.*

Pas de saillie latérale, pavillon légèrement évasé. Angle bucal de 70 à 80°. *Palliatella* X.

C. *Diverticules latéraux nuls.*

Angle buccal de 30°..... *Betulella* H. W.

Les fourreaux des espèces que nous venons de citer sont, comme l'on voit, morphologiquement assez dissemblables, mais, par contre, les adultes possèdent entre eux, un certain nombre de points communs. *Badiipennella* Dup., *Flavipennella* Hs., *Fuscedinella* Z. *Nigricella* Stph., *Siccifolia* Stt., *Paripennella* Z., *Trigeminella* Fuchs., et *Kroneella* Fuchs. appartiennent par exemple à la division *A* créée par Heinemann et caractérisée par des antennes sans pinceau à l'article basilaire et par des ailes unicolores.

A leur tour, *Currucipennella* Z., *Palliatella* Kk., *Anatipennella* Hb., et *Betulella* H. W., seuls Coléophores construisant ici des fourreaux en matière soyeuse se rangent dans le groupe H bien peu riche en espèces caractérisé par l'article basilaire muni d'un pinceau et par des ailes antérieures peu aiguës, blanchâtres, saupoudrées de brun ou de jaune, et reticulées de grosses nervures foncées.

De même, toutes les espèces étudiées ici, possèdent des genitalia dont les aédagus forment des tubes uniformément chitinisés. Ces phénomènes de convergence font que le simple examen de la morphologie externe de l'adulte ne permet pas toujours de le nommer exactement. Aussi nous paraît-il utile de donner le tableau dichotomique suivant basé sur l'examen des pièces génitales.

I. *Apophyse formant une diverticule nettement différenciée et séparée de la bordure caudale par un sillon visible sur les deux faces.*

A. Valves d'une longueur supérieure au 1/3 de celle du sacculus :

a. Vinculum recouvrant l'extrémité orale du sacculus :

1. Sacculus triangulaire :
. dentelé sur la face interne..... *Fuscedinella.*
.. non dentelé sur la face interne..... *Nigricella.*

2. Sacculus non triangulaire :
. dentelé, bord ventral sans apophyse..... *Flavipennella.*
.. non dentelé, apophyse à l'extrémité du bord ventral.. *Trigeminella* [1].

[1] Qu'il nous paraît impossible, par l'examen des genitalia de séparer de *C. kroneella* Fuchs.

b. Vinculum ne recouvrant pas l'extrémité orale du sacculus :

1. Apophyse du sacculus atteignant les valves ..... *Anatipennella.*

2. Apophyses du sacculus n'atteignant pas les valves :

. Valves plus courtes que le sacculus ..... *Currucipennella.*

.. Valves aussi longues que le sacculus :

+ Valvules absentes, longueur du sacculus nettement supérieure à celle du bord caudal..... *Betulella.*

++ Valvules présentes, bien visibles. Longueur du sacculus bien moindre que celle du bord caudal..... *Palliatella.*

B. Valves d'une longueur égale au plus au 1/3 de celle du sacculus :

a. Apophyse dorsale recourbée en crochet..... *Badiipennella.*
b. Apophyse dorsale droite..... *Hemerobiella.*

II. *Pas d'apophyse différenciée, mais un simple prolongement effilé du sacculus dont le sillon basal n'est visible que sur la face ventrale.*

A. Valves plus courtes que le sacculus..... *Siccifolia.*
B. Valves dépassant largement le sacculus..... *Paripennella.*

Remarquons enfin, avant de nous occuper successivement des différentes espèces de Coléophores des arbres fruitiers, combien leur polyphagisme est grand. En effet, dans les cas qui nous intéressent ici aucun ne se borne à vivre uniquement aux dépens des Rosacées. *C. fuscedinella* et *nigricella,* par exemple, ont été signalés sur une foule de végétaux. Néanmoins, nous n'avons pu faire attaquer, par *C. fuscedinella* et *nigricella* certaines espèces végétales sur lesquelles se rabattent en général les éleveurs de chenilles en mal de trouver une alimentation tentante pour une larve dont ils ignorent le régime. Les classiques *Plantago, Medicago, Lotus* ont, en effet, été refusés. Il nous semble que ce refus n'a pas été simplement déclanché par une répulsion purement tactique. Car, si nous prenons le cas particulier de *C. fuscedinella,* nous voyons que celui-ci peut attaquer l'épiderme foliaire du Pommier aussi bien sur la face glabre que sur l'autre. Cette même espèce peut aussi bien vivre aux dépens des feuilles les plus minces (*Cerasus, Spiraea*) que se nourrir de celles de Néflier [1].

Il semble donc qu'un certain chimiotropisme détermine seul ces attirances, tout au moins chez la larve.

Coleophora nigricella Stph.

L'imago appartient au premier groupe des Coléophores créé par Heinemann et qui se caractérise par des antennes sans pinceau d'écailles à l'article basal et par la première paire d'ailes unicolore avec une côte plus pâle mais sans limite nette. Son envergure est de 10 à 13 millimètres. Tête, thorax et frange de l'aile de même couleur sont d'un brun luisant uniforme, mais n'arrivant jamais à atteindre le noir, contrairement aux figures données par Duponchel et Herrich Schaeffer. Chacun des segments antennaires porte deux couronnes d'écailles; l'une d'un blanc argenté entoure le bord antérieur, l'autre au contraire plus sombre en borde la base. Les palpes brun, sont plus clairs, du côté interne. La face inférieure des 4 ailes est d'un gris brun uniforme et luisant. Le dessous du corps est plus clair que le dessus; les pattes sont brunes à tarses gris.

[1] Nous avions d'ailleurs pris soin de présenter non pas la feuille entière de ces différents végétaux, mais des carrés de 1 centimètre de côté découpés dans celles-ci, et cela dans des cages très arrosées afin d'éviter une dessiccation trop rapide.

Ce Coléophore se trouve placé dans le catalogue classique de Staudinger et Rebel entre *C. paripennella* Z. et *fuscedinella* Z. Cette espèce a été décrite en 1834 par J. F. Stephens. Sa synonymie peut s'établir ainsi :

Astyages (*Coleophora*) *nigricella.*
[Stephens. *Illust. British. entom.*, VI, p. 281 (1835).]

Astyages (*Coleophora*) *corracipennella.*
[Stephens. *Illust. British. entom.*, VI, p. 280 (1835).]

Porrectaria corracipenneis.
[Haworth. *Lepidopt. britannica*, VI, 536-16.]

Porrectaria obscurea.
[Haworth. *Lepidopt. britannica*, IV, 536-17.]

C. nigricella a une aire de répartition s'étendant à l'Angleterre, l'Irlande, l'Europe centrale, méridionale et l'Asie mineure. Mixaye l'indique aussi du Japon. Le transport facile de la chenille abritée dans son fourreau et hivernant sur différentes plantes a permis son introduction assez récente sur le continent américain.

Cette espèce est susceptible de se développer sous des climats très divers, mais surtout tempérés. Néanmoins, elle est parfois abondante dans des régions très froides. Schoyen, par exemple, l'a signalée des environs d'Oslo et E. Reuter de plusieurs points de Finlande. — En Suisse, Frey et Muller Rutz l'indiquent comme y étant très commune sur de nombreux points. — En France, Maurice Sand l'a récoltée dans le Berry, Constant en Saône-et-Loire, Dumont à Cahors et A. Paillot, aux environs de Lyon.

Comme toutes celles qui nous intéressent ici, cette espèce est très polyphage; elle se développe surtout aux dépens de *Rosacées*, mais est aussi indiquée sur les *Cupulifères*, *Salicinées*, *Eleagnées*, *Grossulariacées*, *Labiées*, *Ulmacées*, etc...

Il est néanmoins prudent de remarquer que, bien souvent, les auteurs citent comme plantes propres à nourrir certaines chenilles de Coléophores, les espèces végétales sur lesquelles ils ont simplement trouvé un fourreau plaqué là soit pour hiverner, pour nymphoser, ou poussé à une fixation prématurée par la présence d'un parasite.

Nous avons donc essayé d'obtenir quelques indications sur les plantes vraiment susceptibles de nourrir *C. nigricella* [1].

Les espèces suivantes ont été acceptées :

Prunus spinosa L., *domestica* L.
Rosa canina L., *sempervirens* L.
Pirus communis L.
Sorbus aucuparia L., *domestica* L.
Cerasus avium D. C.
padus D. C. *Mahaleb* Mill.
Persica vulgaris Mill.
Carpinus betulus L.
Cotoneaster pyracantha Spach.
Betula alba L.
Ulmus campestris L.
Corylus avellana L.
Crataegus oxyacantha L.
Malus communis P.
Fagus sylvatica L.
Fraxinus excelsior L., *oxyphylla* Bieb.
Ribes nigrum L., *uva-crispa* L.
Stachys recta L., *hirta* L.
Vaccinium uliginosum.

Mais, contrairement à ce que disent certains auteurs, nous n'avons pu obtenir que les larves de *C. nigricella* attaquent les feuilles de Chêne. Nous leur avons pourtant offert celles de *Quercus ilex, robur* L., *cerris* L., *pseudo-suber* Rehb. et *toza* Bosc. que nous

[1] Les souches de ces élevages provenaient de chenilles ramassées en grand nombre sur des pruniers cultivés et des aubépines de la région de Montpellier.

avions pu nous procurer au jardin botanique de Montpellier grâce à l'obligeance de son regretté conservateur, J. Davaux. Sur 160 chenilles à des degrés très différents de développement, nous n'avons pu noter que deux très faibles attaques de la feuille. Et encore n'étaient-ce pas là, de véritables mines, mais de simples prélèvements d'épiderme et de parenchyme d'un diamètre faiblement supérieur à celui de l'ouverture antérieure de son étui. Simple grattage superficiel en quelque sorte, analogue à celui que pratique la chenille lorsqu'elle se fixe sur un substrat friable. Le fourreau de *Coleophora lutipennella*, si commun sur les chênes et d'un aspect très proche de celui de *nigricella* n'aurait-il pas été confondu avec ce dernier ? [1].

L'œuf de *C. nigricella* est déposé sur une face quelconque de la feuille, en Gironde et dans l'Hérault, dès la fin mai. Le développement des organes génitaux est des plus rapide, et bien souvent l'accouplement a lieu quelques instants après la sortie du fourreau. La ponte se produit parfois dès le lendemain. Ces œufs de forme allongée, à chorion fortement chagriné sont d'un jaune citron très pâle. Leur dimension oscille entre 0 millim. 32 à 0 millim. 35 de long et 0 millim. 18 à 0 millim. 19 à la partie la plus élargie. La femelle les dépose en amas rarement important (18 comme maximum observé) presque toujours près des nervures.

La larve éclot en moyenne, sous le climat de Montpellier et de Bordeaux, 10 à 15 jours après la ponte. De couleur jaune, elle possède une plaque chitineuse d'un brun foncé sur la face dorsale du premier anneau et une autre de même couleur, mais de surface bien moindre, à la base du segment suivant. Sa longueur totale varie de 4 à 5 mm. Sa tête assez peu développée pour une jeune chenille est large seulement de 0,07 mm. à 0,08 mm. [1].

L'éclosion se produit par l'une des faces n'adhérant pas au limbe foliaire. La larve de *C. nigricella* se loge bientôt dans celui-ci, où elle trace une galerie allongée. Mais souvent, nous avons pu observer que cette espèce ne découpe pas dans cette première feuille son fourreau initial. Bien au contraire, nous avons pu noter jusqu'à 5 changements, avant que la larve se décide à construire un étui. Elle peut aussi, au lieu de le tailler dans des feuilles entièrement développées, s'attaquer à de jeunes bourgeons. Dans tous les cas observés, nous l'avons vue construire alors très rapidement son fourreau dès qu'elle a pu libérer de son parechyme une surface assez grande de la feuille. Ce premier étui, courbé légèrement en arc, long de 1 mm. à 1,5 mm. est large de 0,5 mm. environ. Le développement de la chenille est alors assez lent car à la mi-octobre, date à laquelle, en moyenne, sous le climat de Montpellier, *C. nigricella* commence à hiverner, la majorité des fourreaux mesurent seulement 2 à 3 mm. Ils sont alors constitués par l'étui initial augmenté à la partie antérieure par 4 à 5 éléments en forme de collerette, prélevés soit sur des feuilles entièrement développées, soit sur des bourgeons tardifs ou même avortés. Ces pièces sont découpées et ajoutées au fourreau selon le processus que l'on observe encore plus aisément après l'hivernage et que nous décrirons plus loin.

A partir de ces tous premiers stades, les dégâts de *C. nigricella* sont des plus caractéristiques. Ils apparaissent sur le limbe foliaire sous forme de taches blanches d'abord,

[1] Remarquons aussi que sur ces mêmes arbres se rencontrent fréquemment une espèce de coléophore très différente d'aspect, mais appelée *currucipennelle* Z. alors que *nigricelle* Stph. a bien souvent été nommée *corracipennelle* Hb. Une simple substitution accidentelle de l'*o* en *u*, recopiée par différents compilateurs aurait pu laisser croire que l'espèce de Zeller se rencontrait normalement sur les chênes.

Des erreurs semblables se perpétuent facilement ainsi que l'a montré J. de Joannis au sujet d'une espèce de *Coléophora* décrite par Mann en 1857, vivant sur *Drypis spinosa* et qui, jusqu'en 1918, porta dans de nombreux catalogues, le nom de *Drymidis* au lieu de *Drypidis*, ce qui portait à croire que les chenilles vivaient sur des *Magnoliacées* d'origine australienne et non sur des *Caryophillacées* communes chez nous.

marron ensuite, présentant un disque central plus foncé formé par le point de pénétration qu'à creusé la chenille. Dans l'Hérault, vers le 15 octobre, cette espèce se fixe pour hiverner, soit sur le tronc, soit plus rarement sur les feuilles. Les quelques fourreaux que nous avons pu observer plaqués de cette dernière façon, ont presque toujours donné des parasites. Cette diapause dure jusqu'au mois de mars; les arbres fruitiers n'ayant évidemment pas leurs feuilles entièrement épanouies à cette époque de l'année. *C. nigricella* s'attaque aux bourgeons et par cela même devient des plus nuisibles.

Cette espèce a son activité très peu réduite par le froid, son aire de dispersion, d'ailleurs, le prouve. Aussi, en octobre 1932, malgré quelques gelées précoces, avons-nous pu trouver des larves de cette espèce errant sur des poiriers, à la recherche de quelques rares feuilles. Recueillies, elles ont accepté dans des cages placées au dehors et durant plus de deux semaines, la nourriture offerte. Ce n'étaient donc pas là des larves en quête d'un abri hivernal. Cette activité, malgré une température assez basse, est à considérer au point de vue pratique. En effet, si l'arbre peut grâce à un printemps très doux, se développer rapidement, les dégâts sont forcément moins importants, les chenilles s'attaquant bientôt à de simples feuilles isolées. Par contre, nous avons pu observer des dépréDations bien plus sérieuses lorsque l'épanouissement des bourgeons est arrêté par quelques gelées printanières. C'est ce que nous avons noté au printemps 1934, au Pont-de-la-Maye (Gironde) où des gelées importantes eurent lieu au début d'avril.

Fig. 2. — Attaque d'un bourgeon de poirier par une jeune larve de *C. nigricella* Stph.

Les dégâts de cette espèce portent soit sur l'extrémité, soit sur la partie latérale du bourgeon. Rarement, celui-ci est attaqué près de la base. Dans la majorité des cas, ces perforations débutent lorsque les jeunes feuilles commencent à se dégager de leur gaine hivernale et que leurs cônes verts commencent à apparaître. La chenille plaque alors fortement son fourreau sur ceux-ci et se met à brouter, non pas superficiellement mais droit devant elle, creusant une cavité cylindrique qui dépasse souvent en profondeur l'axe du bourgeon. Au moment de se dégager, la larve ne brise point les fils de soie qui avaient réuni intimement le fourreau et son appui, mais découpe, au contraire, tout autour de l'orifice, une zone circulaire d'un diamètre bien plus grand. Réintégrant alors son abri, elle se déplace avec celui-ci, agrandi par l'adjonction de cette collerette foliaire dont les bords d'ailleurs s'émoussent rapidement.

Dans l'espace de 30 à 40 jours, une douzaine de segments peuvent ainsi être ajoutés. En fait, ceux-ci ne conservent point leur forme circulaire, car n'étant fixés fortement sur l'assise précédente que par les bords dorsaux et latéraux, ils se déchirent à la face ventrale. La chenille tend alors de soie cette région, mais sans unir intimement les deux lèvres.

Vers le 15 avril dans l'Hérault, à la fin de ce mois en Gironde, la chenille abandonne cet abri et en construit un autre d'aspect bien différent et dans lequel se passera la nymphose. Elle procède alors de la façon suivante : une feuille est attaquée sur 7 à 9 mm. de longueur, en général près du pétiole. Cette bande large seulement de 2 à 3 mm. est débarassée de son parenchyme mais ses parois deviennent rapidement opa-

ques, car la larve sans arrêt, après avoir brouté la matière verte, les tapisse de soie.

C. nigricella détache ensuite sur les deux grands côtés les portions d'épidermes et scelle ces deux lèvres en un étui dont les extrémités restent béantes. L'une qui constitue l'orifice antérieur, sous la poussée des premiers segments de la larve s'évase en pavillon, l'autre au contraire reste encore quelques jours aplatie et présentant deux valves d'inégale largeur. Au bout de quelque temps la plus grande de celle-ci est fendue longitudinalement. Ces trois lambeaux ainsi découpés sont tapissés de soie et forment l'extrémité trivalve si commune chez de nombreux coléophores. Mais au moment de se détacher de la feuille, la chenille s'occupe bien peu en général de cette partie de son fourreau. Parfois en effet cette extrémité adhère encore au limbe alors que le reste de l'étui en est complètement détaché.

Malgré la résistance ressentie, *C. nigricella* au lieu de se retourner pour sectionner l'entrave, à l'intérieur de son abri suffisamment spacieux, s'aggripe en essayant obstinément de progresser. Il est vrai que cette manœuvre, qui parfois dure plus d'une heure, finit toujours par libérer le fourreau. Quant à l'étui primitif il reste ainsi très longtemps en place, près de l'échancrure produite dans la feuille par le découpage de cet abri définitif.

D'un gris brun dans la majorité des cas, la couleur de celui-ci et son aspect général varient quelque peu selon l'espèce végétale dans laquelle il a été découpé. Construit, par exemple, avec l'épiderme foliaire de pommier, il est tout d'abord jaune mais devient rapidement plus foncé sur la face glabre. Sur celle munie de poils, il conserve évidemment pendant longtemps un aspect blanchâtre. Avec d'autres essences, poirier, aubépine par exemple, il est de même couleur sur les deux faces. Dans tous les cas, il est d'abord aplati, et se renfle ensuite en cylindre sous les poussées de la larve, qui en tapisse de soie la paroi interne. Au fur et à mesure que la dessiccation se produit, les nervules foliaires apparaissent. Par contre les dentelures marginales du limbe s'effritent, aucune soie n'étant plaquée contre leurs parois.

Ee général cet étui se présente sous forme d'un cylindre gris marron, long de 6 à 8 mm., large de 2 à 3 mm. à sa partie la plus renflée. Il est terminé postérieurement par un orifice d'abord bivalve mais devenant au bout de 8 à 15 jours à trois clapets. Extraite de son étui la larve de *C. nigricella* peut en construire un deuxième. Presque toujours, celui-ci a une forme moins accusée, la chenille ne tapissant jamais aussi fortement de soie ce second abri. Dans la nature ce changement n'est pas de règle et cette espèce conserve ce premier fourreau. Cela tient, semble-t-il, à ce que la chenille, pour se nourrir, plaque très fortement celui-ci contre une feuille à laquelle il adhère intimement. La larve protégée par les deux épidermes s'avance ainsi en broutant le parenchyme, ses derniers segments abandonnant même parfois son étui. Mais ce dernier étant très solidement fixé sera toujours là pour la recevoir lorsqu'elle délaisse cette feuille. Certaines espèces (*limosipennella* Dup.) par contre, abandonnent bien de cette même façon leur fourreau, alors qu'elles broutent, mais, ainsi que nous avons pu le constater celui-ci au moindre choc se détache et la larve ne retrouvant plus son abri, se voit forcée d'en confectionner un nouveau.

A cette époque la chenille de *C. nigricella* est presque entièrement d'un rouge brun foncé, mais porte sur son premier anneau, un écusson fortement chitinisé, noir et brillant placé dans la région antéro-dorsale. Cette plaque, en forme de parallélogramme est arrondie à sa partie antérieure. Sur le deuxième segment, se rencontre latéralement une tache triangulaire à contour souvent peu net partagée par la vasculaire. Sur le troisième anneau, un seul écusson, très peu indiqué, n'est visible seulement que chez quel-

ques individus. Par contre chez presque toutes les larves examinées nous avons trouvé sur les trois premiers segments une tache arrondie, réduite souvent à un simple point situé sur la ligne stigmatale.

La tête est noire et luisante. Les pattes plus sombres que le corps sont annelées de brun. Les membraneuses assez distinctes sont bordées d'une couronne de crochets marrons [1]. Cette chenille ne vit plus alors aux dépens des bourgeons, mais creuse des mines superficielles de 1 cm. environ de longueur dans le limbe foliaire. Parfois, bien rarement, certains fourreaux ont été vus plaqués sur des fruits (Pjatakowa) [2].

C. nigricella subit 4 mues. Les exuvies s'accumulent, en général, au fond du fourreau,

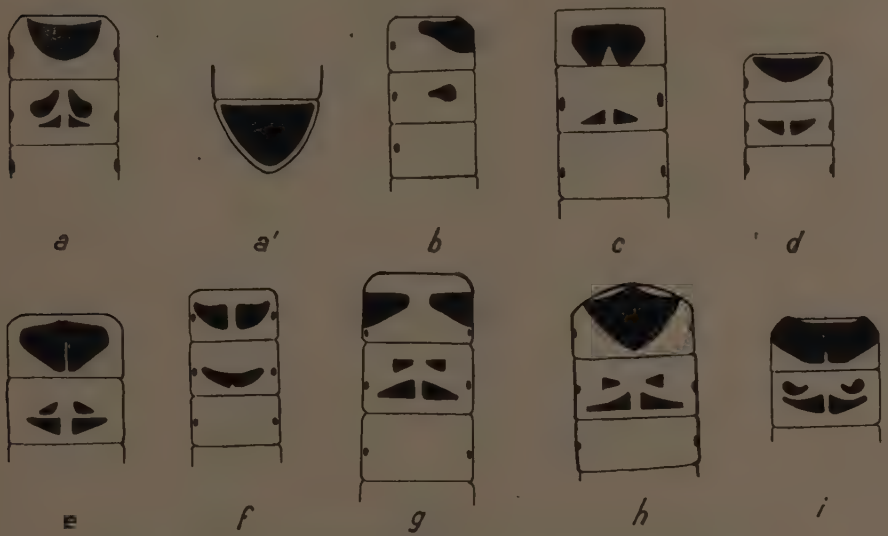


Fig. 5. — Disposition des plaques chitineuses sur les premiers segments des larves : *a. C. currucipennella* Z. (*a'*. clapet anal). — *b. nigricella* Stph. — *c.* — *fuscedinella* Z. — *d. paripennella* Z. *e. hemerobiella* Scop. — *f. badiipennella* Dupp. — *g. anatipennella* Hb. — *h. betulella* H.W. — *i. palliatella* Z.

mais parfois aussi peuvent être rejetés au dehors, avec les déjections, entre les clapets postérieurs. Avant chacune de ces transformations, la larve fixe son fourreau durant 40 à 60 heures environ. Sous les climats de Montpellier et de Bordeaux, la chrysalidation se produit en mai. Ce stade dure de 15 à 20 jours. L'imago se libère ensuite en traversant le trièdre anal, la chenille s'étant retournée dans son fourreau 3 à 4 jours avant la nymphose, après l'avoir fixé solidement. Les valves postérieures étant souvent très écartées ne reviennent point toujours à leur position première, ce qui permet, dans la plupart des cas, de reconnaître les fourreaux libérés de l'adulte. Nous n'avons pu obtenir, dans nos élevages, chez l'imago, une longévité supérieure à 23 jours. Cette durée ne semble avoir aucune relation avec le sexe.

[1] En figurant les plaques thoraciques des principales larves étudiées ici, nous tenons à souligner que ce sont là des formes types mais non immuables pour une espèce donnée. Car comme l'on sait, un certain nombre de variations se présentent parfois chez les chenilles de coléophores.

[2] D'après cet auteur, la trace de leur passage restait indiquée par un anneau de soie et parfois une très légère dépression qui n'est aucunement comparable aux dégâts que nous avons signalés précédemment chez *C. hemerobiella*.

Coleophora anatipennella Hb.

C'est à Hubner qu'on doit la description de cette espèce. *C. anatipennella* est un Tinéide de 13 à 17 mm. d'envergure. De même que *currucipennella* et *betulella*, il appartient au groupe des Coléophores à article basilaire des antennes muni d'un pinceau.

Les ailes supérieures d'un blanc neigeux sont parsemées d'écailles ocrées, plus nombreuses vers l'apex. Les ailes inférieures gris foncé et à reflets soyeux portent une frange claire, jaunâtre vers le sommet. Le thorax et la tête sont blancs ainsi que les pattes qui, néanmoins, ont les tarses grisâtres. *C. anatipennella* est muni d'antennes annelées de blanc et de jaunâtre. Il est voisin de *C. palliatella* Zk., mais ne possède pas de lignes brunes sur l'apex de la première paire d'ailes et les écailles foncées sont éparpillées et non groupées en stries régulières. De plus chez l'espèce de Zincker le bord costal de l'aile est noirâtre alors qu'il est toujours de la même couleur foncière chez *anatipennella*. Enfin l'examen des génitalia, dont une excellente figure a été donnée par Waters, permet plus de précision dans les cas aberrants.

L'espèce de Hubner est proche aussi de *betulella* HeinWck., mais l'examen des caractères externes suffit pour éviter toute erreur; sa taille est en général plus grande et les franges costales sont presque blanches. En outre, *anatipennella* ne possède dans la région apicale aucune des stries jaunâtres que l'on rencontre toujours sur les ailes antérieures de *betulella*. C'est aussi à une simple variété de cette espèce que l'on doit ramener le C. *tiliella* décrit par Zeller et mentionné successivement par Herrich-Schaeffer, Frey et Schranck.

Au début de juin parfois fin mai, on commence à observer des adultes de cette espèce dans l'Hérault et en Gironde. Mais des éclosions favorisées par un printemps très doux peuvent se produire avant et nous ont permis d'obtenir à Montpellier 4 adultes échelonnés du 25 au 30 avril. Cela paraît d'ailleurs exceptionnel. Si on consulte différents auteurs mentionnant l'apparition de *C. anatipennella*, on situe l'éclosion de celui-ci surtout en juin-juillet. C'est, en France, ce qu'indiquent Bruand dans le Doubs, Brown et Gouin en Gironde, Maurice Sand pour le Berry. Dans d'autres pays, il en est de même, Muller Rutz signale de Suisse les imagos, à 500 m. d'altitude, en juin-juillet. Ch. de Fre fait de même pour les environs de Liège. Nickerl aussi pour la Bohême, Hauder pour plusieurs points d'Autriche, Pjatakowa pour l'Ukraine et Filipjev pour la région du Caucase.

De même que chez d'autres espèces vivant sur les arbres fruitiers, accouplement et ponte suivent de peu l'éclosion. Deux jours suffisent, en effet, pour que les premiers œufs soient émis. En élevage, nous avons pu en obtenir 162 comme maximum atteint par une femelle. Mais la plupart, gênées peut-être par la captivité, n'ont pas dépassé la centaine. Ces pontes se sont également échelonnées sur une durée maxima de 3 semaines, quoique en général, la femelle se débarrasse de la totalité les 10 à 12 premiers jours.

L'œuf, déposé presque toujours, sur un point quelconque de la feuille, ou dans quelques rares cas sur la tige, est hémisphérique. Il présente un certain nombre de côtes très marquées au nombre de 15 à 20. Ces stries se rejoignant en une dépression placée, au centre de la face libre. Sa couleur initiale est d'un jaune orangé très clair; large de 0 mm. 30 à 0 mm. 32, il est haut, en son centre, de 0 mm. 12 à 0 mm. 13. Cette espèce a été indiquée des chênes, bouleaux, châtaigniers, pruniers, pommiers, poiriers, tilleuls, saules, noisetiers, aubépines, frênes, hêtres, trembles et peupliers. Nous avons offert aux chenilles de *C. anatipennella* ces différentes essences, toutes ont été acceptées.

Nos chasses dans l'Hérault nous ont permis de rencontrer ce coléophore sur les six premières, ce qui prouve bien que les femelles subissent une attirance de plantes très diverses.

Grâce au matériel important recueilli aux environs de Montpellier, nous avons pu suivre *ab ovo* un grand nombre d'exemplaires de cette espèce. Sous le climat de l'Hérault et de la Gironde, l'incubation dure, en moyenne, 12 jours. L'éclosion n'a pas lieu ici par la face libre mais, bien au contraire, par la face adhérant à la feuille. La chenille pénètre alors immédiatement dans le parenchyme. Pour ce qui est des cas, bien plus rares, où l'œuf a été déposé sur une branchette, nous avons assisté, presque toujours, à la mort de la larve. Sur six observations de ce genre, une seule fois la chenille lasse de lutter contre la dureté de l'écorce, s'est débarrassée du chorion et s'est mise à miner de jeunes feuilles placées seulement, il est vrai, à deux ou trois centimètres de là. Mais, en général, protégée par l'enveloppe de l'œuf, la jeune larve se plonge dans le parenchyme. D'un jaune orangé, elle mesure de 0 mm. 7 à 0 mm. 9. Sa tête est d'un gris foncé et le premier segment porte dorsalement une tache brunâtre, le deuxième une plaque sombre mais de plus petite taille. Presque toujours, dans cette première mine qu'elle a creusée, la jeune larve découpe un fragment d'épiderme dont elle réunit faiblement les bords surtout à la partie médiane. Dans la majorité des cas, l'enveloppe de l'œuf adhère et surmonte cet abri. *C. anatipennella* est alors très mal protégée par cette sorte de bouclier qui ne la recouvre que faiblement. En général, les déjections de la larve, à cause de leur grande viscosité, ne sont pas rejetées, mais s'accumulent dans le chorion. La chenille qui tisse abondamment, se retourne sur elle-même et agglomère l'ensemble par des filaments de soie à la partie postérieure du fourreau.

A droite et à gauche de cette extrémité, les excrétas de la larve sont ainsi noyés dans une abondante masse soyeuse. Ce sont là, en quelque sorte, les premières assises des diverticules qui formeront de chaque côté, deux palium des plus caractéristiques.

La partie antérieure de cet abri est en même temps agrandie par des anneaux de soie de 0,1 mm. de largeur, cette dimension devenant trois et quatre fois plus grande pour les dernières assises que tisse *C. anatipennella*. Celles-ci blanches au début, roses ensuite, deviennent enfin noires au bout de 24 heures.

Sous le climat de Montpellier, cette espèce entre en diapause fin octobre. Son fourreau est fixé à l'arbre en une place quelconque présentant un léger abri. Arrivée à ce stade la larve a alors pratiqué, en moyenne, dans les feuilles, 40 à 50 mines. Ces galeries n'ont pas toujours pour origine, contrairement à ce que l'on voit dans presque tous les dégâts produits par des Coléophores, un orifice circulaire, régulier, percé dans l'épiderme. Chez *anatipennella*, la larve déchire fréquemment celui-ci et, assez souvent, ne respecte point la face opposée qui est aussi broutée par place.

Toutes les chenilles issues d'une même souche n'hivernent pas au même moment. Près de deux mois avant, 1/8e environ abandonne toute nourriture et se fixe. Néanmoins, ces individus se réveillent au printemps à la même date que ceux immobilisés à la fin octobre, et de ces larves à diapause prématurée, nous avons obtenu aux époques habituelles, des adultes normaux. Ces fourreaux ont alors, au moment de l'hibernation, seulement 3 mm. à 3,5 mm. de long.

Au printemps, *C. anatipennella* vit, ainsi que les autres espèces qui nous intéressent aux dépens des bourgeons et toujours par le même processus agrandit son fourreau, Celui-ci, à peu près uniquement, comme l'on voit, constitué par une matière soyeuse sécrétée par la chenille, n'est jamais abandonné par elle, contrairement à ce qui se passe pour *C. hemerobiella, nigricella, fuscedinella*, etc... Il ne nous semble d'ailleurs pas que

l'on ait signalé de chenilles de Coléophores à fourreau soyeux l'abandonnant normalement, durant leur évolution, pour en construire un deuxième. Cela représenterait, il est vrai, une très grande dépense physiologique.

Au printemps, la larve ne vit plus en minant les feuilles, mais broute celles-ci ou, plus exactement, en dévore le parenchyme et l'épiderme d'une seule face. C'est là une exception très rare dans le mode de nutrition chez les Coléophores et qui ne paraît se rencontrer normalement que chez certaines espèces à fourreau soyeux.

La chenille, d'un jaune foncé, mesure alors environ 8 à 10 mm. de longueur. Ses segments thoraciques sont légèrement brunâtres. La tête est noire. Le premier anneau porte, à la partie, dorsale, une plaque luisante de même couleur pouvant être partagée chez certains individus en deux parties; le deuxième en possède quatre autres triangulaires, d'un brun foncé. Le premier, le deuxième et le troisième segments portent, en outre, latéralement une petite tache faiblement chitinisée. Sur le pygidium, le clypeus anal, noir, est fortement développé.

A la fin de son évolution cette larve s'abrite dans un fourreau qui atteint 8 à 9 mm. Celui-ci est constitué par un tube central recourbé en crosse à sa partie postérieure et flanqué de deux diverticules presque circulaires, d'aspect gaufré, recouvrant une partie du cylindre axial. Dans l'Hérault *C. anatipennella* fixe son étui à la mi-avril et l'adulte éclot 15 à 20 jours plus tard en se glissant entre les valves postérieures.

Coleophora fuscedinella Z.

Zeller a décrit l'adulte de cette espèce dans ses célèbres monographies du *Linnaea entomologica*, en 1849, et quelques pages plus loin la larve qu'il rapporte à tort à une espèce qu'il nomme *C. binderella*. Celle-ci tombe d'ailleurs en synonimie avec *fuscedinella* et n'a rien de commun avec la *binderella* de Kollar. D'après la description que donne J. B. Hodgkinson de son *C. metallicella*, il semble bien que celui-ci doit être aussi ramené à une simple variété de *fuscedinella*. Par contre l'espèce de Zeller, malgré une certaine ressemblance des fourreaux est évidemment très différente de *coracipennella* Hb. (*nigricella* Stph.) malgré ce que Lienig a écrit à ce sujet.

Comme tout Coléophore polyphage, *C. fuscedinella* a une aire de dispersion des plus étendues. Meyrick le cite de nombreux points des Iles Britanniques, Snellen des Pays-Bas, Ch. de Fre de Belgique Heinemann et Wocke d'Allemagne, Pjatakowa de Russie, Hauder d'Autriche. En Europe méridionale, ce Coléophore a été rencontré en Italie par Amsel et Hering. Cette espèce n'est même pas rebutée par des climats rigoureux. Kemner, par exemple, qui a fourni quelques remarques intéressantes sur ce parasite, en a signalé des pullulations intenses en Suède. Chez nous, presque tous les catalogues locaux la citent, notamment en Gironde (Brown et Gouin), aux environs de Nantes (Gelin et Lucas), à Vannes (de Joannis), en Saône-et-Loire (Constant), dans le Cher (M. Sand), les Alpes-Maritimes (Millière), etc.

Ce coléophore est très polyphage; il a été signalé comme vivant aux dépens de nombreux arbres fruitiers : Pommiers, Poiriers, Cognassiers, Pruneliers, Néfliers, Cerisiers et Sorbiers. Mais il peut aussi se nourrir et évoluer d'après différents auteurs sur d'autres plantes, notamment sur *Corylus avellana, Alnus glutinosa, Crataegus, Betula alba, Fagus, Populus alba, Quercus robur, Ulmus campestris, Spiraea ulmaria, Malva silvestris*, et *Myrica gale.*

Ces espèces végétales ont été acceptées dans nos élevages à l'exception de la dernière,

ce qui nous porte à croire qu'il y a eu, sans doute, confusion entre *C. fuscedinella* et une espèce dont le fourreau est assez voisin, *C. viminetella*.

Peut-être aussi, quelques individus ont-ils été trouvés fixés sur cette plante sans l'avoir attaquée. Ainsi que nous l'avons déjà souligné, cela est assez fréquent [1].

Par contre, nous avons rencontré cette espèce en grand nombre aux environs de Montpellier, près Prades-le-Lez, minant les feuilles de *Morus nigra*. Aucun doute spécifique ne peut d'ailleurs exister sur ce point, J. de Joannis ayant bien voulu, alors, contrôler nos déterminations.

Dans l'Hérault et en Gironde, l'adulte de cette espèce apparaît fin mai, après une durée moyenne de chrysalidation de 15-20 jours. Nous avons pu en obtenir un très grand nombre d'exemplaires sans observer la moindre rareté de mâles contrairement à ce que Nolcken semble vouloir indiquer en Livonie.

Ce coléophore dépose ses œufs isolément ou par groupe de 7 à 8 en des points quelconques des bourgeons ou des feuilles. La jeune larve sort de l'œuf par la face libre, pénètre dans le parenchyme, et selon le processus indiqué pour *C. nigricella*, s'y découpe un étui.

Mais elle n'agit pas toujours ainsi. En 1931, aux environs de Montpellier, nous avons rencontré cette espèce sur des Cerisiers qui, très attaqués par les chenilles de *L. dispar* avaient refait, tardivement, une deuxième frondaison. De nombreuses pontes étaient déposées par *C. fuscedinella* sur les bourgeons. Un certain nombre de larves s'étaient insinuées entre les écailles et avaient commencé la construction de leur premier abri, non pas en se servant d'épiderme débarrassé de matière verte, mais en découpant un cylindre de feuilles munies encore de leur parenchyme. Quelques-unes de ces chenilles logées dans ces étuis les fixaient presqu'immédiatement et se mettaient à en brouter l'intérieur. Ces individus ont ensuite évolué normalement.

Chez *C. fuscedinella*, les différentes pièces du fourreau ne sont pas ajoutées de la même façon que chez *hemerobiella* et *nigricella*.

Ici, l'orifice buccal de l'étui primitif ne forme point une section arrondie mais se prolonge en fente, ventralement. Aussi, lorsque *C. fuscedinella*, pour y ajouter un élément supplémentaire, fixe son abri, celui-ci se trouve presque couché sur le parenchyme de la feuille. La chenille découpe alors, non pas un simple disque, comme le fait *C. nigricella*, mais une portion d'épiderme de forme circulaire, à sa partie antérieure flanquée postérieurement de deux languettes bordant à droite et à gauche la fente inférieure prolongeant l'orifice buccal. Ce fourreau ne sera donc pas seulement agrandi antérieurement mais aussi ventralement. Contrairement aussi à ce qui se passe pour *nigricella*, nous n'avons pas constaté l'adjonction de plus de trois segments, à l'assise initiale, avant le commencement d'une longue diapause.

Dans l'Hérault, en effet, les chenilles, deux semaines après leur éclosion, fixent leur abri et ne reprennent d'activité qu'au printemps suivant. Elles vivent alors aux dépens de la matière verte des feuilles tout en agrandissant leur fourreau qui arrive à posséder 8 à 10 éléments très intimement soudés.

A ce moment, la larve, tout comme *C. nigricella* abandonne ce premier étui, s'insinue entre les deux épidermes foliaires et découpe un nouvel abri cylindrique. C'est dans celui-ci qu'elle vivra environ un mois avant de se retourner et de chrysalider.

[1] C'est vraisemblablement ce qui a fait indiquer par Kaltenbach les *Erica* comme plantes hôtes de *C. limosipennella* Dup, dont la larve construit normalement un fourreau très vaste avec un lambeau d'épiderme découpé dans les feuilles d'orme.

Coleophora siccifolia Stt.

A l'état larvaire ce Tineide vit dans un fourreau formé par l'épiderme des feuilles. Mais contrairement à ce que nous avons pu observer pour *C. hemerobiella, fuscedinella* et *nigricella,* le premier étui de la larve n'est pas très différent de son abri définitif. Dans l'Hérault l'apparition des adultes se produit en juin et l'on peut voir ceux-ci pondre sur le limbe foliaire peu de jours après leur naissance.

Les œufs disposés isolément, éclosent au bout de 8 à 10 jours par la face n'adhérant pas à la feuille. Presqu'immédiatement la chenille pénètre dans le parenchyme dont elle broute une très large surface comparativement à sa taille et découpe en étui une portion des épidermes supérieurs et inférieurs. Ce fourreau atteint 2 à 3 mm. alors que la chenille est longue seulement de 0 mm. 4 à 0 mm. 5. Elle transporte cet abri, se fixe près de la feuille attaquée et, à l'intérieur de ces fragments d'épiderme, se met à tisser autour d'elle un cylindre de soie qui, en fait, constitue son véritable fourreau. Ce tube est plaqué, en général, dans le sens de la longueur, contre l'un des côtés de l'étui membraneux. Aussi, peu de temps après, le côté opposé de la feuille, non soutenu par une trame de soie, se recroqueville-t-il sur lui.

La chenille n'ajoute, durant sa vie, aucun élément à ce fourreau, mais elle en change assez fréquemment (4 à 5 fois dans nos élevages). Ce changement n'offre rien de spécial. La larve fixe son abri en un point quelconque d'une feuille et pénètre dans le parenchyme en perforant l'épiderme inférieur ou supérieur. Elle dénude alors une grande portion de limbe foliaire et construit un fourreau toujours très grand proportionnellement à son corps. Dans cet étui, ainsi que la première fois, elle édifie un abri soyeux sur lequel vient se rabattre la partie d'épiderme non habité. Sous le climat de Montpellier, les adultes de nos élevages ont toujours éclos en juin. Nous n'avons pu conserver cette espèce vivante plus de 22 jours. Les larves sont entrées en diapause en octobre pour reprendre leur activité fin mars. Pourtant Brown et Gouin signalent en Gironde l'apparition d'adultes en août. Il ne nous semble pas qu'il y ait lieu de voir là une deuxième génération, car aux environs de Bordeaux, nous avons recueilli cette espèce et l'avons élevée en assez grand nombre sans obtenir d'adultes au milieu de l'été. Il se peut néanmoins qu'un très faible pourcentage puisse éclore à ce moment-là ainsi que cela arrive fréquemment pour une espèce assez voisine, *C. dianthi* H. S. sans que ces imagos constituent les éléments d'une deuxième génération.

Dans l'Hérault, l'état chrysalidaire de *C. siccifolia* dure environ de 18 à 22 jours. La chenille de cette espèce, arrivée à toute sa taille, est longue de 7 à 8 mm. Sa couleur foncière est d'un jaune rougeâtre, sa tête est noire. La face dorsale du premier segment porte une plaque de même couleur séparée par un trait clair moins fortement chitinisé. Le segment suivant est aussi muni d'un écusson mais beaucoup moins développé, divisé par une ligne axiale jaunâtre. Ces deux anneaux, ainsi que le troisième portent une tache chitinisée d'un marron très foncé dans la région stigmatale. Cette larve est pourvue, en outre, sur la face dorsale du pygidium, d'un clapet anal brun noirâtre très développé. Ce Coléophore a été décrit par Stainton en 1856 et un an après ce même auteur accordait à une simple aberration de cette espèce une valeur spécifique qu'il nommait, *betulifoliella.*

C. siccifolia mesure, à l'état adulte, 13 à 15 mm. d'envergure. Il est très voisin de *C. viminetella* Z., *gryphipennella* Bouché et *orbitella* Z. Mais *C. viminetella* possède une première paire d'ailes beaucoup plus effilées et des antennes plus minces. Il se différencie aussi de *gryphipennella* Bouché par ses ailes à reflets métalliques et par des segments

antennaires bien plus clairs. *C. siccifolia* s'écarte enfin nettement d'*orbitella* grâce à l'aspect de ces mêmes appendices qui sont annelées jusqu'à leur extrémité alors que chez *orbitella*, ces réticulations ne sont apparents que sur les 2/3 de la partie basale.

Nous avons rencontré cette espèce sur le Pommier, l'Aubépine et le Bouleau. Elle a, en outre, été observée sur le Tilleul et le Sorbier.

C. siccifolia a été signalée chez nous de différents points du Berry et de l'Auvergne par M. Sand et de la Gironde par Brown et Gouin. Hors de France, cette espèce se rencontre en Angleterre sur de nombreux points indiqués par Meyrick, ainsi qu'en Espagne.

En Europe centrale, elle est aussi connue, notamment en Bohême d'après Nolcken et aux environs de Linz (J. Klimesch, *in litteris*).

Coleophora currucipennella Z.

Cette espèce se rencontre chez nous dans le Cher et dans l'Indre (de Sand), aux environs de Besançon (Bruand), dans le Morbihan (J. de Joannis), l'ouest de la France (Gelin et Lucas).

Elle est aussi indiquée de Belgique (Ch. de Fre), de Suisse (Muller Rutz), de Bohême (O. Nickerl), de Moravie (H. Skala), de Toscane (Mann), de Dalmatie (Rebel) et de différents points des Iles Britanniques (Meyrick).

L'imago mesure 12 à 16 mm. d'envergure. Ses antennes, blanches, annelées de brun, portent à leur article basilaire une touffe d'écailles. Les premières ailes d'aspect neigeux sont réticulées vers l'apex par des nervures jaunes et brunes, bordées de franges blanches aussi. La deuxième paire, d'un brun grisâtre, possède des soies marginales plus pâles. Le thorax est blanc, légèrement jaunâtre. L'abdomen grisâtre possède une touffe anale ocracée. Les tarses des deux premières paires de pattes sont blancs, ceux des postérieures, grisâtres.

Ce céléophore décrit en 1839 par Zeller a presque toujours été nommé *currucipennella*. Il semble bien pourtant que le *tristrigella* de Heinemann et Wocke ne doive être considéré que comme une simple variété de cette espèce.

C. currucipennella est surtout fréquent sur le chêne. Mais sa larve a été aussi rencontrée sur *Salix alba, caprea, Betula alba, Acer campestris, Prunus, Cerasus, Corylus, Fagus*, et *Sorbus aucuparia*. D'après les observations qu'il nous a été donné de faire, l'imago apparaît à la fin de juin sous le climat de Montpellier. La ponte est déposée, la plupart du temps, par éléments isolés sur les feuilles. Nous ne décrirons pas tout au long l'éclosion de ces œufs et la construction du fourreau, cette espèce évoluant comme *C. anatipennella*. Comme elle, l'espèce qui nous intéresse ici, lorsqu'elle est arrivée à un certain degré de développement, ne mine point de limbe foliaire, mais broute alors les feuilles, en respectant seulement les nervures principales.

La chenille de *C. currucipennella*, ayant atteint toute sa taille, mesure 8 à 11 mm. Sa tête, brun foncé, tranche nettement sur son corps jaunâtre. Dorsalement, le premier segment porte une plaque noire divisée parfois plus ou moins nettement selon les individus par une ligne axiale jaune. Le deuxième présente, sur cette même face, quatre taches chitineuses d'un brun foncé, en « virgule » ou de forme triangulaire. En outre, les anneaux 1, 2 et 3 sont munis chacun latéralement d'une plaque lenticulaire noirâtre. Le clapet anal est presque toujours très développé.

Cette larve s'abrite dans un fourreau long de 15 à 18 mm. environ, d'un brun presque noir et qui comme *anatipennella*, est flanqué latéralement de deux diverticules formés, aussi, par une sécrétion soyeuse émise par la chenille. Le tube central possède, ainsi que

nous l'avons indiqué, une série de protubérances variant entre trois et cinq et diminuant d'importance en se rapprochant de l'orifice buccal. Ces saillies sont constituées par les vestiges des pavillons antérieurs, construits, nous a-t-il semblé, presque toujours après une mue.

Au début de juin, la chenille fixe fortement son abri en un point quelconque de l'arbre et éclot, sous le climat de Montpellier, de 12 à 18 jours après.

Coleophora paripennella Z.

Les larves de cette espèce ont été signalées sur de nombreuses plantes. Nous les avons rencontrées, dans l'Hérault, sur *Prunus spinosa, Crataegus, Quercus robur, Agrimonia, Alnus glutinosa,* et, en outre, en Gironde, sur *Betula alba* et sur le Poirier. Les fragments bibliographiques existant sur *C. paripennella* l'indiquent aussi comme vivant aux dépens des *Fragaria, Geum, Rubus, Corylus, Cornus, Tilia, Filipendula, Rosa, Viburnum* et *Humulus.*

Les grands traits de l'évolution de cette espèce que nous n'avons pu observer qu'aux environs de Montpellier sont les suivantes : *C. paripennella* ne possède qu'une seule génération. Les adultes apparaissent en juin et pondent peu de jours après. La jeune larve pénètre immédiatement dans la feuille. La plupart du temps, dans nos élevages, le premier fourreau était entièrement construit au bout de 2 à 3 jours. Celui-ci n'a pas, à ce moment-là, une forme nette et caractéristique. Nous en avons rencontré, quoique provenant d'une même ponte, de très allongés et cylindriques alors que d'autres étaient constitués par un fragment d'épiderme à peine rabattu autour de la larve. Dans ce dernier cas, cet abri avait été taillé dans une zone traversée par une nervure importante diminuant l'élasticité de cette portion de feuille lorsque la larve tentait de la rouler en cylindre. Selon le processus que nous avons indiqué pour *C. nigricella,* quatre à cinq éléments sont ajoutés et la chenille s'immobilise ensuite pour muer.

Après cette transformation, elle se fixe sur une face quelconque de la feuille et dévore un disque d'épiderme d'un diamètre légèrement inférieur à celui de son pavillon, elle s'insinue ainsi lentement dans la matière verte, mais au moindre choc rentre précipitamment dans son fourreau. Dans la majorité des cas, après ces différentes alertes, cette larve ne se dirige pas immédiatement vers le parenchyme qu'elle va brouter à nouveau car ses premiers segments sortent lentement et elle émet de droite et de gauche des fils de soie nombreux qu'elle plaque autour du point de pénétration. Lorsqu'elle détache ensuite son fourreau en y ajoutant un segment de plus, elle ne s'attaque point à une zone très voisine de l'orifice d'entrée, mais à un périmètre bien plus grand, là où l'épiderme est moins fortement tapissé de soie.

Elle emporte donc une collerette membraneuse très large comparativement à la section du fourreau. Ces débris foliaires ne vont point rester ainsi et se recroquevillent rapidement. Ils se rabattent parfois vers la partie postérieure, mais, la plupart du temps, ils se replient au contraire vers l'extrémité antérieure et obstruent l'orifice de l'étui. La larve, par les mouvements pendulaires de ses premiers segments, les rejette et, en même temps, tisse abondamment des fils de soie qui agglomèrent en amas bosselé ces lambeaux d'épiderme. Mais, comme la chenille, soit pour se nourrir, soit pour ajouter de nouveaux segments, montre, à ce moment-là, une grande activité et attaque de nombreuses feuilles, elle aplatit en se déplaçant celles de ces expansions de la face ventrale. De cette même façon, 8 à 10 segments sont intimement soudés leurs bords libres étant réunis dans un même amas soyeux, ils deviennent rapidement peu distincts sur le

fourreau définitif. Celui-ci a atteint, dans nos élevages, une longueur moyenne de 6 à 7 mm. Arrivé à cette taille, il est composé de 25 à 30 éléments. Trois zones apparaissent alors nettement. L'une, postérieure, à pièces peu distinctes et sans protubérances, une deuxième, à aspect dorsal verruqueux, et une troisième, caractérisée par des segments distincts et l'absence de lambeaux dorsaux d'épiderme se terminant par le pavillon buccal, très évasé. C'est l'aspect des étuis types de C. *paripennella*. On peut, néanmoins, obtenir des fourreaux très différents. Il suffit de détacher brusquement l'étui dans lequel se tient la chenille lorsque celle-ci broute le parenchyme et que ses premiers anneaux se trouvent fortement engagés entre les deux épidermes. La larve découpe alors un cylindre assez semblable aux fourreaux définitifs de C. *fuscedinella*.

Cette espèce, dans la région de Montpellier, entre en diapause à la mi-octobre et se remet à miner des feuilles en mars-avril. Elle ajoute à ce moment les 5 à 6 derniers anneaux de son fourreau. A la fin de ce mois ou dans les premiers jours de mai, elle fixe son étui et reste de 12 à 15 jours immobile. Elle se retourne ensuite et chrysalide. Dans l'Hérault, la nymphose dure, en moyenne, deux semaines.

L'imago de *C. paripennella* mesure de 10 à 12 mm. d'envergure. Sa tête est brune à reflets bronzés. Les antennes, démunies de touffe basilaire, sont marron foncé à la partie basale et blanches à leur extrémité ce qui, d'ailleurs, le différencie de *C. orbitella* Z. et de *ledi* Stt., qui sont d'aspect assez voisin, mais possèdent des articles antennaires blancs annelés de brun sur toute leur longueur.

La première paire d'ailes de *C. paripennella* est courte, large et d'un brun foncé luisant. La couleur est plus claire à la partie moyenne et au bord antérieur. La face inférieure est marron. Les franges, comme celles de la seconde paire d'ailes, sont plus pâles. Le thorax est brun à reflets cuivrés. L'abdomen est plus mat. Il est muni d'une touffe anale ocrée.

La chenille de 8 à 10 mm. environ de longueur, d'un jaune grisâtre, possède une tête noire. La face dorsale de son premier anneau est occupée par une plaque chitineuse, noire, parfois divisée en deux par une ligne axiale. Le segment suivant porte deux taches de même couleur. Enfin un point noir s'aperçoit latéralement sur chacun des trois premiers anneaux.

Cette espèce, sans jamais être commune nulle part, a été signalée sur différents points de notre pays. Elle vit aussi en Europe centrale à l'ouest, de la Russie, en Dalmatie, en Italie et en Angleterre.

Coleophora betulella H. W.

Nous avons rencontré ce Coléophore dans divers vergers des environs de Montpellier. Il paraît assez répandu en France où Constant l'a indiqué des Landes, de Joannis du Morbihan, Paux du Nord, Chretien de Boulogne-sur-Seine et Sand du Cher. Cette espèce se rencontre hors de chez nous, en Allemagne notamment aux environs de Berlin (Sorhagen) et sur divers points des Iles Britanniques (Meyrick).

Les individus que nous avons pu élever provenaient de la région de Lattes (Hérault) où ils vivaient aux dépens du Poirier et plus rarement du Pommier. Mais, quoique fréquent sur les arbres fruitiers, *C. betulella* ne leur est pas inféodé. Ses larves peuvent aussi évoluer sur *Salix caprea*, *Quercus robur* et *Betula alba* sur lequel elles ne minent pas toujours les feuilles, mais les broutent sur le bord. Dans nos élevages, les adultes de cette espèce ont apparu en juin et quelques rares exemplaires en juillet.

Chez *C. betulella*, tête et palpes sont blancs. Les antennes munies d'une courte touffe basilaire de même couleur sont annelées de brun. Les ailes antérieures sont blanches

aussi, mais saupoudrées de marron dans la région apicale. Les nervures sont soulignées de jaune clair, surtout la sous-costale. Les franges de la côte sont grises, les autres plus pâles. Les ailes postérieures sont grisâtres ainsi que les franges et l'abdomen, dont la touffe anale, blanche comme le thorax, est lavée de fauve.

C. betulella ne mesure que 13 à 14 mm. d'envergure. Il est donc, en général, nettement plus petit que *C. anatipennella* et *palliatella* auxquels il ressemble. En outre, ces deux espèces n'ont point de nervures de couleur différente alors que la sous-costale est très nettement dessinée chez *betulella.*

La jeune chenille qui éclot, en juillet-août, ne pénètre pas toujours près du point où elle est née. Elle possède alors quoique sans fourreau une grande mobilité. Nous avons pu voir, en effet, par deux fois, la jeune larve ne point attaquer la feuille sur laquelle l'œuf avait été déposé, mais s'acheminer vers une autre distante de plus de 50 cm.

Cette chenille comme celles de toutes les espèces nous intéressant ici, pénètre dans le limbe foliaire, broute une faible portion du parenchyme et construit avec un fragment d'épiderme un fourreau très primitif long de 2 mm. environ. Elle perce ensuite pour s'alimenter cinq à six mines. Une mue suit cette période d'activité et la larve se met ensuite à agrandir son étui, non pas au dépens de la plante-hôte, mais avec une sécrétion soyeuse qu'elle émet.

Ainsi que nous l'avons indiqué, le fourreau primitif n'est point solidement construit, comme chez *nigricella* par exemple, et ne présente pas des lèvres ventrales fortement réunies, aussi, la chenille n'a-t-elle aucune difficulté pour les écarter afin d'ajouter à chacune des bandes de soie. De même l'orifice antérieur a des contours assez quelconques.

Le premier abri d'épiderme ne sera donc pas rejeté par la larve. Aussi, lorsque le fourreau aura atteint toute sa taille, on apercevra, la plupart du temps, dans la région dorsale et postérieure, une tache lenticulaire formée par le premier étui étalé, et ayant servi de base aux assises soyeuses de l'abri définitif. Ce dernier, d'un brun noirâtre, mesure environ 7 à 8 mm. Recourbé légèrement en arrière, il ne présente aucune protubérance sur la carène dorsale. Il est aussi dépourvu de tous diverticules latéraux présentés par ceux de *C. anatipennella, currucipennella* et *palliatella.*

La chenille est longue de 6 mm. Sa couleur foncière est jaunâtre, mais sa partie antérieure est légèrement lavée de rouge. La tête est noire et le premier anneau thoracique porte dorsalement une plaque d'un brun très foncé parfois divisée en deux lobes. Sur cette même face, le segment suivant est muni de quatre plaques noires ayant, presque toujours, une forme triangulaire. Le troisième est dépourvu dorsalement de tout écusson mais, par contre comme les deux précédents, il possède latéralement, dans la région stigmatale, une plaque chitinisée de forme lenticulaire.

Cette espèce a été nommée *ibipennella* par Stainton, mais n'a rien de commun avec l'*ibipennella* de Zeller, que l'on rencontre aussi fréquemment sur les chênes.

Coleophora paliatella Zk.

Il nous semble, malgré le mutisme sur ce point du catalogue classique de Staudinger-Rebel, que Reaumur lui-même a connu cette espèce quoique celle-ci ait été décrite seulement un siècle après par Zincken. Le fourreau de *C. palliatella* est suffisamment caractéristique pour ne prêter à aucune confusion, ainsi que nous le verrons. Par contre, l'adulte est frappé parfois d'une certaine variabilité. C'est ce qui explique les noms de *palliapennella* donnés par Treitschke, de *ardeaepennella* que lui a appliqué Scott et de *kuhnella* par lequel Goeze le désigne.

Nous avons rencontré les larves de *C. palliatella* dans les vergers de l'Hérault sur les Poiriers et les Pommiers mais jamais en grand nombre. D'après différents auteurs, cette espèce vit sur le Chêne où nous l'avons recueillie aux environs de Montpellier et en Gironde. On l'a indiquée en outre de *Betula alba, Prunus padus, Corylus avellana, Fagus sylvatica.* Il semble aussi qu'elle ait été trouvée sur les Frênes et les Peupliers. Muller Rutz l'a signalée enfin de *Lonicera xylosteum.*

C. palliatella est indiqué en France de l'Indre par M. Sand, du Doubs par Bruand, de Saône-et-Loire par Constant, du Nord par Paux, du Morbihan par de Joannis, de la Loire-Inférieure par Gelin et Lucas et enfin de la Gironde par Gouin.

Il se rencontre en Suisse (Frey et Muller Rutz), en Italie (Mann et Gianelli) ,en Bohême (O. Nickerl), aux environs de Berlin (Sorhagen), en Hollande (Snellen), en Belgique (Ch. de Fre et C. de Picquendaele), dans les Iles Britanniques (Meyrick) et en Russie (Staudinger).

Dans la région de l'Hérault, nous avons recueilli des très jeunes chenilles en juin, mais aussi presque en même temps des larves à évolution retardée, prêtes à nymphoser. C'est en effet fin mai ou au début du mois suivant qu'apparaît la majorité des adultes. L'évolution de *C. palliatella* que nous avons suivie pas à pas nous paraît en tous points semblable à celle de *C. anatipennella* que nous avons exposée déjà en détail.

Le fourreau de cette espèce que nous représentons ici est en moyenne de 12 à 14 mm. de long. D'un brun noir, il porte latéralement de très grandes expansions d'aspect gaufré, assez transparentes, recouvrant en grande partie le tube central.

La chenille, de 8 à 10 mm. de long, est d'une couleur jaunâtre sur laquelle tranchent fortement les plaques brunes des premiers segments dont nous figurons les détails.

Une particularité remarquable est offerte par cette larve : les vraies pattes sont presque toujours invisibles, cas assez rare dans le genre Coléophora et qui ne paraît se rencontrer que pour cette espèce et pour *C. onosmella* Brahm. et *vibicella* Hb.

Coleophora badiipennella Dup.

Ce Coléophore a une évolution analogue à celle de *C. hemerobiella.* Les adultes apparaissent en juin. La jeune larve construit un étui recourbé en arc formé par deux lambeaux d'épiderme foliaire. C'est dans celui-ci que la chenille hiverne, en général très tôt. Nous avons, en effet, rencontré dans l'Hérault, plusieurs exemplaires frappés déjà de diapause à la mi-septembre.

En mars-avril, *C. badiïpennella* reprend son activité. Il pratique alors, pour se nourrir, une quinzaine de mines dans le limbe foliaire des ormes, charmes, noisetiers, érables, pruniers, frênes, bouleaux, cerisiers, saules, pommiers et poiriers. Il se fixe ensuite plus fortement dans la région marginale d'une feuille et construit un fourreau définitif, selon le processus que nous avons précédemment décrit pour *nigricella.* Nous l'avons rencontré communément sur les arbres fruitiers des environs de Bordeaux et surtout de Montpellier.

Il nous a été possible d'observer aussi une très forte invasion de ce Coléophore, en 1934, au printemps, à Pont-de-la-Maye (Gironde). Cette espèce, associée à *C. limosipennella* Dup. avait provoqué une défoliation presque totale de nombreux ormes, dégâts mis par quelques observateurs, évidemment assez superficiels, sur le compte de la classique *Galerucella luteola.*

Bien que ce Tinéide soit des plus communs en France, il ne nous semble pas que l'on ait jamais noté chez cette espèce de dégâts d'une importance semblable.

Outre notre pays, *C. badiipennella* a été rencontré en Grèce, en Allemagne, en Autriche, en Angleterre, en Belgique, en Italie et en Russie.

L'adulte de ce microlépidoptère placé par Heinemann dans sa section A, caractérisé par l'absence de pinceau à l'article basilaire et par des ailes antérieures sans reflet métallique, a été décrit par Duponchel.

L'imago de *C. badiipennella* a environ 9 à 12 millimètres d'envergure. Ses ailes antérieures sont d'un gris roussâtre à la face supérieure, avec la frange plus claire. Le dessous est gris ainsi que la deuxième paire dont la frange est jaune doré.

Les antennes sont rousses et annelées de blanc. La tête et le thorax sont de même couleur que les premières ailes. Par contre, l'abdomen est gris.

Coleophora flavipennella Dup., *trigeminella* Fuchs., et *kroneella* Fuchs.

Nous groupons ici ces trois espèces que nous n'avons rencontrées que très exceptionnellement dans les vergers.

La première a été observée par nous à Lattes (Hérault), minant, en juin, des feuilles de Poiriers. Les chenilles se sont immobilisées en octobre et ont donné l'imago en mai, l'année suivante sans reprendre leur activité. *C. flavipennella* paraît assez commun en France, notamment dans le Cher, le Doubs, la Saône-et-Loire. Il a été signalé en Belgique, en Suisse, en Europe centrale et en Grèce. Dans ces différents pays, outre les arbres fruitiers, il vit sur les chênes et sur différentes espèces de saules.

Le fourreau de *C. flavipennella* est cylindrique, allongé et un peu atténué en avant. Long de 6 à 7 millimètres, il possède une faible carène dorsale. En général, sa couleur est d'un brun rougeâtre foncé.

Si l'on table sur les observations faites par J. de Joannis grâce à la collection Duponchel, il semble logique d'attribuer à ce dernier la priorité de description sur Herrich Schaeffer contrairement à ce qu'indique la majorité des catalogues.

Nous n'avons rencontré qu'une seule fois *C. trigeminella*. Le fourreau que nous figurons et que nous avons recueilli avec sept autres à Saint-Georges-d'Orques (Hérault) mesure seulement 5 à 6 millimètres de long. Construit avec l'épiderme foliaire, il possède une série de stries longitudinales, finement marquées, mais très nettes.

Dans nos élevages, quatre de ces chenilles n'ont point fixé leur abri pour nymphoser, mais ont simplement obturé d'un épais tampon de soie, l'orifice buccal. Malgré cela, des adultes normaux ont éclos de ces fourreaux, ainsi que les autres, à la mi-juin. Nous n'avons pu obtenir aucune descendance de ces quelques *trigeminella* éclos au laboratoire, espèce qui, d'après différents catalogues, confie sa ponte aux sorbiers, pruniers et cerisiers.

Enfin, nous avons capturé, à Cadaujac (Gironde) un petit nombre de fourreaux paraissant devoir être rapportés à *C. kroneella* mais dont nous n'avons pu obtenir l'imago. Cette espèce de coléophore nous paraît inconnue en France. La rareté de ce microlépidoptère ne nous a point permis de suivre parallèlement l'évolution de *C. kroneella* et *trigeminella* qui paraissent spécifiquement bien peu distincts.

Rebel, d'ailleurs, en 1889, les mettait déjà en synonymie et nous n'avons découvert entre les genitalia des individus qui nous ont été communiqués aucun caractère différentiel.

Dans tous les cas, *flavipennella*, *trigeminella* et *kroneella* semblent jouer un rôle peu important dans l'économie d'un verger.

Fig. 3. — Fourreaux de différents coléophores parasites des arbres fruitiers :
a. C. anatipennella Hb. — *b.* Le même, débarrassé des paliums latéraux. — *c. C. palliatella* Zk. *d. C. currucipellenna* Z. — *e. C. fuscedinella.* — *f. C. nigricella* Stph. — *g. C. paripennella* Z.

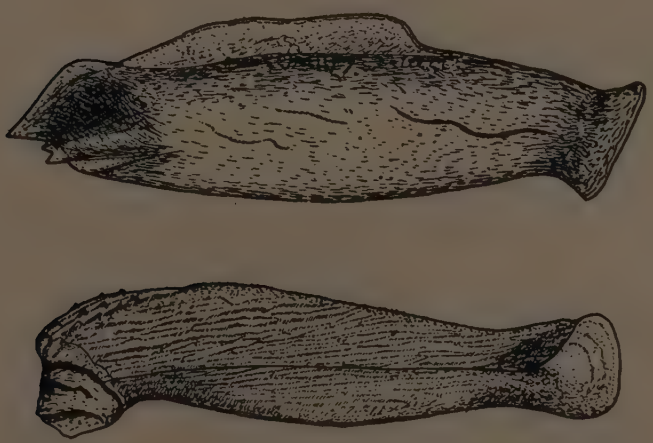


Fig. 4. — En haut : *C. Kronella* Fuchs. — En bas : *C. trigemilla* Fuchs..

Parasites.

Un certain nombre d'Hyménoptères parasites vivant aux dépens de ces chenilles et de celles d'*hemeriobella,* ayant éclos dans nos élevages, ont été aimablement déterminés par MM. Ch. Ferrière et A. Seyrig.

Nous avons ainsi obtenu :

Habrocytus fasciatus Thoms, *Microdus lugubrator* Ratz. *Agathis tibialis* Nees. *Bracon osculator* Nees. *Limneria geniculata* Grav. *Hemiteles areator* Panz. *Omorgus borealis* Zett. *Pezomachus nigritus* Forst.

Habrocytus fasciatus Thoms. — Nous avons vu éclore cette espèce des fourreaux de *C. fuscedinella* et *nigricella.* Pour se libérer, l'adulte pratique un orifice de sortie en un point quelconque de l'étui de son hôte. Peu de temps après son éclosion, l'accouplement a lieu. Nous avons d'ailleurs pu, à maintes reprises, voir des mâles errer sur les fourreaux de nos élevages, attendre même la libération complète d'une femelle pour s'accoupler dès que celle-ci se trouvait dégagée.

Il nous a été possible d'observer, chez *H. fasciatus* la sécrétion d'un tube de soie autour de la tarière ainsi que cela a été signalé déjà pour deux espèces de ce même genre, *H. poecilopus* Cravf. et *cionicida* J. L. Licht. Ces tuyaux soyeux doivent être produits dans de nombreux cas par ce chalcidien. Nous avons pu, en effet, faire des remarques semblables lorsque celui-ci se développe aux dépens de *C. acrisella* Mill. et d'*Urophora solstitialis* L. dont la galle doit produire un tactisme pourtant très différent.

La femelle perce l'hôte de sa tarière en un point quelconque. Elle retire ensuite lentement les deux tiers environ de celle-ci et l'on aperçoit alors une sécrétion entourant les deux valves. Ce mucus se coagule très vite. La tarière enfoncée à nouveau, puis retirée, abandonne sa gaine soyeuse [1].

Souvent dès ces premières tentatives, les mouvements trop brusques de la larve ne permettent pas la longue série de réflexes indispensables à l'achèvement de ce tube.

Néanmoins, dans ce dernier cas, *H. fasciatus,* après avoir ôté entièrement sa tarière, applique alors à maintes reprises sa lèvre contre l'orifice.

Mais ces succions inutiles durent seulement deux à trois minutes alors que nous avons pu observer chez ce parasite des tentatives d'une durée quatre fois plus longue.

Ce chalcidien peut sécréter ainsi que nous avons pu le constater jusqu'à cinq tubes à travers un même fourreau.

H. fasciatus en errant sur celui-ci s'arrête fréquemment à l'orifice de chacun d'eux mais les abandonne rapidement si, par une piqûre quelconque, on fait sourdre du sang de la larve dont il vient rapidement se repaître.

Copidosoma coleophorae Mayr. — Ce chalcidien n'a pas été obtenu dans nos élevages particulièrement nombreux de *C. hemerobiella* et *nigricella.* Cela nous a surpris l'ayant vu éclore fréquemment de différentes espèces de Coléophores ainsi que nous l'avons

[1] Ce curieux processus de ponte a été signalé comme l'on sait, presque simultanément chez *H. Cionicida* par J.-L. Lichtenstein et chez *Habrobracon Johanseni* par B. Trouvelot. Ce dernier auteur qui en a longuement étudié le mécanisme (1924) a fait ressortir son importance particulière dans les cas de pontes effectuées de bas en haut, observations qui s'appliquent en tout point à celles que nous avons pu faire ici pour *H. fasciatus.*

indiqué ailleurs. Aussi, avons-nous tenté de faire évoluer ce parasite au laboratoire, sur des pontes de *C. hemerobiella* et *nigricella*.

Cet Encyrtide a immédiatement attaqué les œufs qui lui étaient offerts. Ce chalcidien polyembryonique se libérait ainsi de sa ponte sans que ce réflexe puisse présenter une utilité quelconque pour sa descendance. L'évolution de *C. coleophorae* est, en effet, rapide et pour nourrir une dizaine de larves que son œuf unique va donner, il aurait été probablement nécessaire que celles-ci trouvent au bout de quarante à cinquante jours une quantité de nourriture supérieure à celle que peut fournir *C. hemerobiella* ou *nigricella* à ce moment-là.

C'est l'explication logique, semble-t-il, de nos échecs dans les élevages pratiqués sur des pontes nombreuses, piquées par *C. coleophorae* et dont nous avions observé au binoculaire la descente de l'œuf à travers les valves de l'oviducte. Un début de développement se produit néanmoins, car nous avons pu retrouver par trois fois, de jeunes larves de ce chalcidien à l'intérieur de la larve hôte.

Cette attirance inutile constituerait donc un terme de transition entre les gestes vraiment dysharmoniques cités par Mansion, Marchal, Picard et d'autres chercheurs au sujet de parasites livrant leur descendance à un sujet quelconque incapable de permettre même un début de développement, et les réflexes normaux de ponte en faveur d'un hôte favorable à l'avenir de l'espèce.

Agathis tibialis Nees. — C'est là aussi un parasite vivant aux dépens de plusieurs Coléophores. Personnellement, nous l'avons obtenu de *C. fuscedinella, hemerobiella, nigricella* et *anatipennella*, mais aussi de *C. acrisella* Mill. hôte de *Dorycnium suffructicosum*. Ce Braconide a d'ailleurs été indiqué comme attaquant *C. astragella* Z. et *cracella* Valet. Le genre *Agathis* paraît avoir une certaine affinité pour les Coléophores. Marshall cite notamment *A. rufipalpis* Nees de *C. cracella* et *A. brevisetas* Nees. de *C. troglodytella* Dup. Kemner a aussi obtenu de très nombreux exemplaires d'*A. varipes* lors d'une grande invasion de *C. fuscedinella* en 1917, aux environs de Stockholm. A Montpellier, les éclosions d'*A. tibialis* se sont échelonnées du mois d'avril au début de juin.

Microdus lugubrator Ratz. — Si l'on en croit certains auteurs, ce parasite obtenu en Allemagne par Roessig, devrait être considéré comme peu commun. En fait, il ne nous semble pas qu'il en soit toujours ainsi, car nous l'avons vu éclore d'élevages de *C. badiipennella* provenant des environs de Lattes (Hérault) et de chenilles de ce même tinéide capturées dans la région bordelaise. *M. lugubrator* est également éclos de *C. viminetella* vivant en grande abondance au Moutchic (Gironde) sur *Myrica gale*. C'est donc là un Braconide susceptible de vivre aussi bien dans la région du hêtre où Roessig l'a rencontré que dans celle de l'olivier, ou celle à climat océanique. Nous n'avons presque jamais constaté d'orifice de sortie percé par ce parasite sur les parois du fourreau. Les imago, au contraire, se libèrent par le pavillon buccal lorsque la chenille n'a pas fixé son étui mais surtout en se glissant entre les valves postérieures.

Aussi bien dans l'Hérault qu'aux environs de Bordeaux les éclosions de cette espèce se produisent en juin-juillet.

Bracon osculator Nees. — Ce Braconide a éclos au mois de juin de chenilles de *C. paripennella*. Les individus de nos élevages possédaient tous des pattes claires contrairement à ce que dit Marshall en décrivant cette espèce. Cette variété doit présenter une certaine constance puisque nous l'avons obtenue de régions et d'hôtes différents. Nous l'avons

vu éclore aussi bien en Gironde que dans l'Hérault où dans ce dernier département, elle parasite *C. congeriella* Stgr. Le maximum d'individus obtenus d'un même fourreau a été de huit, toujours du même sexe, remarque que nous espérons pouvoir bientôt exposer en détails.

B. osculator construit près de la dépouille de son hôte un cocon en soie brune et résistante, de forme allongée, long de 1 millim. 5 à 1 millim. 8 environ.

Pour se libérer, ces Braconides ne pratiquent pas tous un orifice dans les parois du fourreau et les premiers trous de sortie percés sont utilisés par les derniers éclos.

Limneria geniculata Grav. — Nous avons rencontré cet Ichneumonide vivant aux dépens de *C. anatipennella* et *nigricella*, en Gironde et dans l'Hérault. Cet Ophionide parasitait sur certains points (Font-Caude près Montpellier) environ 80 p. 100 des chenilles examinées. La nymphose, qui dure environ un mois, se passe dans un cocon long de 5 millimètres environ, de couleur blanchâtre, avec une zone équatoriale plus claire. La majorité des éclosions s'est produite, dans nos élevages, en mai.

Hemiteles areator Panz. — Cette espèce très répandue est des plus polyphages. On a obtenu, en effet, celle-ci de très nombreuses chenilles, mais aussi de larves de Coléoptères, de diptères, d'hyménoptères et même de névroptères. C'est en juin que nous avons vu éclore ses imago de fourreaux de *C. nigricella* et *fuscedinella*. Dans de nombreux cas observés, c'est presque au moment où la chenille va se nymphoser que la larve d'*H. areator* abandonne son hôte et tisse à son côté un cocon de soie transparente. Pour se libérer, cet Ichneumonide n'utilise point l'un des orifices du fourreau même lorsque celui-ci n'est point fixé, mais perfore les parois en un point quelconque.

En France, comme l'on sait, de nombreux Coléophores ont d'ailleurs à subir l'attaque des parasites du genre *Hemiteles*. Il en est aussi de même en Amérique où Doner, notamment, a signalé une espèce, *H. tenellus* Say attaquant *Coleophora fletcherella* Fern., *malivorella* Riley, *pruniella* Cl., *salmani H.* et *tibiaefoliella* Cl.

Ce même auteur a souligné aussi la fréquence d'*H. gracilariae* Ashm. chez les larves de *C. malivorella* parasite important des arbres fruitiers.

Pezomachus nigritus Forst. — Cet Ichneumonide vit ici aux dépens de *C. fuscedinella, anatipennella* et *nigricella*. Mais nous l'avons aussi rencontré comme hyperparasite de *Limneria geniculata*. Nous n'avons point observé de construction de tube de succion. Néanmoins, les pondeuses sont très avides du sang de leur hôte.

Dès que les femelles de cette espèce rencontrent des fourreaux habités, elles se mettent à les larder de coups de tarière. Ces attaques ont lieu en un point quelconque mais, assez souvent, nous avons pu constater que *P. nigritus*, au lieu de perforer ces étuis insinue sa tarière entre les valves postérieures. Une vive lumière ne détourne pas seulement les mâles cherchant à s'accoupler mais aussi les femelles en train de pondre. Par contre, à un éclairage modéré, elles s'y consacrent activement.

Lorsque *P. nigritus* a trouvé un point qui lui paraît favorable, il s'arrête, courbe en arc son abdomen et enfonce rapidement son pal. Souvent, cet Ichneumonie demeure ainsi immobile, les antennes accolées l'une à l'autre en prolongement du corps. Cette période d'immobilité dure d'ailleurs fort peu, trois à quatre minutes environ. La femelle se met ensuite, par des mouvements saccadés, à remuer sa tarière et s'immobilise à nouveau. Sans la retirer, le corps complètement courbé en arc, *P. nigritus* se met alors

à sucer longuement le sang de la larve qui sourd à la base de l'abdomen. Les palpes seuls s'agitent, le reste du corps reste parfaitement immobile. Cette attitude peut durer ainsi de vingt à trente minutes.

Dans l'Hérault, c'est en juillet que nous avons obtenu les plus nombreuses éclosions de ce parasite qui nous paraît des plus communs.

Omorgus borealis Zett. — Outre les différents hyménoptères que nous venons d'énumérer, les chenilles de *C. hemerobiella* nous ont donné un assez grand nombre d'*Omorgus borealis* Zett. Celui-ci est répandu largement en Europe. Nous avons obtenu cette espèce de fourreaux du dernier stade nouvellement construits. Ces chenilles, récoltées à Cadaujac (Gironde) ont cessé de se nourrir et se sont fixées douze à quinze jours avant l'éclosion de ce *Campopleginae*. Celle-ci se produit durant le mois de mai ou les premiers jours de juin.

Cet Ichneumonide se libère par un orifice de forme allongée où deux adultes passeraient aisément de front. Percé en un point quelconque du fourreau, il n'est pas, en fait, découpé à l'« emporte-pièce » comme le font beaucoup d'autres parasites. *O. borealis* commence à pratiquer un orifice irrégulier par où sa tête passe à peine, les mandibules tirent ensuite et arrachent les lambeaux du fourreau tout autour de cette première ouverture.

En plus des parasites que nous avons obtenus, différents auteurs citent comme vivant aux dépens des espèces de Coléophores qui nous intéressent, un certain nombre d'autres Chalcidiens, Braconides et Ichneumonides.

Silvestri, notamment, a signalé comme parasite de *C. hemerobiella* un Ichneumonide, polyphage il est vrai, *Hemiteles melenarius*. De ce même microlépidoptère, Meyer a obtenu aussi, en Russie, *Chelonus microphtalmus*.

O. Schmiedeknecht indique *Pimpla maculator* ayant eu comme hôte *C. anatipennela* et Rondani a vu éclore de *C. palliatella*, *Microdus mediator*.

Lorsqu'une pullulation intense de certains de ces microlépidoptères se produit, il apparaît évidemment une très grande quantité de parasites. C'est ce qui est arrivé aux environs de Stockholm où Kemner, étudiant *C. fuscedinella*, a pu obtenir de très nombreux hyménoptères. Cet auteur cite notamment : *Hemiteles* sp., *Itoplectis maculator* F., *Glypta* sp., *Pholocampa* sp., *Agathis varipes* tH., *Microdus mediator* Nees., *Habrocytus radialis* Thoms., *Dibrachys boucheanus* Rtzb., *Flasmus varidiceps* Th., *Cirrespilus pictus* Nees., *Miotropis sulcierista* Th., *Chrysocharis elongata* Th., et *Goniocerus charoba* Walck.

Cet entomologiste a rencontré, en outre, deux d'*Apanteles* déterminées par ses collaborateurs, comme étant *A. sodalis* Hal. et *xanthostigma* Hel.

Moyens de lutte.

Les entomophages dont nous venons de parler ne sont pas les seuls facteurs susceptibles de diminuer les invasions de ces coléophores. Leur cycle évolutif nous montre, en effet, des points faibles, où un certain nombre d'espèces offrent peu de résistance. Nous avons noté ailleurs, par exemple, les difficultés qui surgissaient au moment de la première pénétration de la chenille néonate de *C. hemerobiella* dans le limbe foliaire. A ce moment-là, le moindre choc peut occasionner la chute de la larve incapable de remonter du sol jusqu'aux feuilles de l'arbre. Cela explique la rareté des dégâts des

C. hemerobiella dans de nombreux vergers languedociens peu abrités du vent et où nous avons pu pourtant capturer de nombreux adultes.

L'habitude qu'ont les chenilles de plusieurs espèces nous intéressant ici, de se fixer parfois pour hiverner à l'extrémité des branches leur est aussi très funeste là où les arbres fruitiers sont régulièrement taillés. Par contre, la pratique consistant à badigeonner les troncs de chaux ou de sulfate de fer leur est peu préjudiciable. Un petit nombre de larves en effet se plaquent là pour passer la mauvaise saison et de plus, leur fourreau semble offrir un abri suffisant contre ces différents traitements. Nous avons eu l'occasion de rencontrer fréquemment des étuis de ces différents coléophores recouverts entièrement d'une pellicule de chaux ou de sulfate de fer sans que cela gêne tant soit peu leur reprise d'activité au printemps.

Pour tenir en échec ces parasites, des traitements d'hiver, même autrement énergiques sont parfois insuffisants. C'est donc durant la belle saison ou, plus exactement, au moment de la première activité des larves qu'il y aura lieu de lutter par l'application d'arséniate diplombique ou d'arséniate d'alumine à 1 p. 100 ainsi que l'indique Pjatakowa.

Néanmoins, C. L. Flucke et G. H. Lilly ont obtenu des résultats intéressants grâce à des traitements à base de bouillie sulfo-calcique appliquée en hiver et surtout en automne contre *C. pruniella* Cl. dont le mode de vie est très proche de *C. hemerobiella*.

D'après ces auteurs, des émulsions à froid d'huile de pétrole rendent aussi de grands services. Mais, dans ce cas, celles-ci ne doivent pas être employées à plus de 6 p. 100, une dose plus élevée risquant de provoquer des brûlures aux bourgeons des arbres fruitiers. Ces entomologistes ont noté, en outre, que ces préparations sont d'une plus grande efficacité lorsque leur viscosité est faible. Enfin les huiles de goudron émulsionnables, dosées à 6 ou 8 p. 100 ont aussi donné des résultats satisfaisants.

Si l'on en croit les mêmes auteurs, une pulvérisation intense sur le sol complèterait d'une façon avantageuse le traitement de l'arbre lui-même. C'est une pratique que nous ne comprenons pas car, ainsi que nous l'avons vu, les espèces étudiées ici ne passent aucune partie de leur cycle sur le sol des vergers.

BIBLIOGRAPHIE.

Amsel. — Zur Ken. d. Kleinschmetterlingefauna Sardiniens. (*Ver. d. dets. Kolonial Mus. Bremen,* vol. 1936. p. 361.)

Amsel et Hering (M.). — Beitr. z. Kent. d. mineuf. sardiniens. (*Bol. labor. entom. Bologna,* p. 83, 1933.)

Armstrong et Petch. — *Coleophora pruniella,* a new pest of apple in Québec. (*Rept. Quebec soc. prot. plants.*, p. 93-98, 1925-1926.)

Brown et Gouin. — Cat. microlepid. de la Gironde. (*Actes Soc. Linéenne,* Bordeaux, vol. 69, 1915.)

Bruand. — Cat. syst. et synon. des lépid. du départ. du Doubs. (Vol. II, Besançon, 1847.)

Clemens. — North american *Tineina.* (*Proc. ent. soc. Philadelphie,* I, 79, 1861.)

Chrétien (P.). — Lepid. du nord de l'Afrique. (*Ann. soc. entom.*, France, 1915, p. 357.)

Constant. — Cat. lépid. de Saône-et-Loire, p. 345, Autun, 1866.

Crombrughe de Picquendaele. — Cat. microlepid. de Belgique. (*Mem. soc. entom.,* Belgique, 1906.)

Curtis. — Brit. entomol. 1016, p. 183, 1835.

Davidson (W. M.). — The california pistol case bearer, *C. sacramenti* Heinr. (*Journ. econom. entomol. II,* 452, 1918.)

Doner (H.). — Hym. parasites of *C. pruniella* Cl. (*Ann. of entomol. soc. of Americ.,* vol. 29, n° 2, p. 224-244, 1936.)

Duponchel. — Hist. nat. lépid., France II : 310, 1838.

Eversmann. — Fauna lepid. volg. Uralensis., p. 603, 1844.

Filipjev. — Einige neue Kleinfalter aus Turkestan. (*Rev. russe d'entomol.*, 1926, p. 136-139).

Filipjev. — Mikrolep. d. gouv. v. Stavropol. (*Archiv. f. naturg.*, 1925, 1926, p. 113.)

Fletcher. — *Col. fletcherella* Fernald. (*An. rept. ent. soc.* Ontario, p. 67, 1897.)

Fluke (C.) et Lilly (G. H.). — A progress report on the control of the cherry case bearer, *C. pruniella*, in Wisconsin. (*Journ. écon. entom.*, 1934, p. 1142.)

Frey. — Tinen. u. Pteroph. d. Schweiz., p. 218, Zurich, 1856.)

Gelin et Lucas. — Cat. d. lepid. ouest. Fr., t. 2 (Niort, 1915).

Gianelli. — I micro del Piemonte. (*An. R. acad. d'agricolt. Torino*, vol. 53, 1910, p. 103-104.)

Goze. — Entomol. beitr., 3, 168, 1781.

Hauder. — Mikrolepid. fauna Oberosterreichs. (*An. Mus. Francisco carolinum. Linz* 1914, p. 219-230.)

Heinemann. — Die schmet. Deuts. u. d. Schw., t. II, 1870.

Heinrich. — A new *Coleophora* injurious to apple in California. (*Proc. entom. soc. Washington*, 1917, p. 135-136.)

Herrick (V.). — The larch case bearer. (*C. laricella Hlm.*) [*Cornell university agric. exp. st. Bul.* 322 (1912).

Herrick Schaeffer. — Syst. bearb. d. schm. Europ., p. 258, fig. 908 (1856).

Hodgkinson (J. B.). — *The entomologist.*, 1832, p. 44.

Hubner. — Saml. europ. schmet., t. V, 1841.

Joannis (J. de). — Cat. lépid. Morbihan. (*An. Soc. Entomol.*, France, 1908.)

Joannis (J. de). — Étude synonymique des espèces de micro décrites par Duponchel (*ibid.*, 1915.)

Joannis (J. de). — *Coleophora drypidis* et non *drymidis* Man. (*Bull. Soc. entom.*, France, 13 mars 1918, p. 111-112.)

Jourdheuille. — Cat. lépid. Aube., fasc. 2, Troyes 1918.

Kaltenback. — Die pflanzenfeinde a. d. Klasse d. Insekten, Stuttgart, 1874.

Kenner. — Bjorksäckmalen, *C. fuscedinella*. (*Med. 161 fr. central f. forsoksvasendet pa jordbruks. entomol. a delningen.*, Stockholm, 1917.)

Kollar (V.). — System. verz. d. Schmett. im Ergh. Oestreich-Wien, 1838.

Lichmensick et Liebers. — Die oberf la chenstruktur ven Motteneiern als Bestimmungsmerkmal. (*Lect. f. angev. engev. entom.*, vol. XXIV, p. 436-437, 1937.)

Leiby (R. W.). — The pecan case bearer. (*Dept. agric., bull.* 1925, p. 26.)

Lichenstein (J. L.). — Sur la biologie d'un chalcidien. (*C. R. ac. sc.* 1921, p. 733.)

Love (H. V.). — The pistol case bearer. (N. Y. agric. exp. st. Geneva., Bul. 122, 1897.)

Mann. — Beob. Toscanishen micro-lepid. (*Stt. ent. zeit.*, p. 195-209, 1850.)

Mann. — *Col. drymidis*. (*Wien entom. monats.*, 1857, p. 183.)

Mansion. — Geste dysharmonique de la ponte de *Cryptus seductorius* L. (*Bul. soc. entom.*, France, p. 122, 1926.)

Marchal (P.). — Sur le *Lygellus epilachnae* Giard. (*Ibid.*, p. 14-16, 1907.)

Meyrick. — Revised hand. of Brit. lep., London 1925.

Meyer. — Schlupfvespen in Russland in d. lezten jah. a schadlings. gaz. sind. (*Zeist. f. angew. entom.*, t. XX, mars 1934.)

Millière (P.). — Cat. lépid. Alpes-marit., t. III. (*Soc. sc. nat. Cannes*, 1875.)

Mitterberger. — Die Nahzpflz. d. *Coleophora* arten. (*Archiv. f. naturgesch.* p. 55-76, 1917-1919).

Muller Rutz. — Die Schmetterl. d. Schweiz., t. II, 1914.

Muller Rutz. — Die Schmetterl. d. Schw. (5 Nachtrage). [*Mitt. d. schweiz. ent. ges. Bd* 13, 1925.)

Nickerl (O. T.). — Die motten Bohmens. (*Gesel. fur physiokratie*, p. 80, 1908.)

Nolcken. — Lepid. fauna v. Estland, Livland u. Kurland, t. II, Riga 1871.

Paillot (A.). — Note préliminaire sur les microlépidoptères nuisibles aux pommiers. (*Rev. franç. entomol.* t. II, fasc. 3.)

Paul. — Lepid. dep. du Nord. (*Bull. sc. fr. et belg.*, 1901.)

Peyerimhoff et Poetig. — Cat. lep. d'Alsace, fasc. 2, p. 175, Colmar (1882).

Picard (F.). — Contr. étude des parasites de *P. brassicae L.* (*Bull. biol. fr. et belg.*, p. 54-130, 1922.)

Pjatakova. — *Bul. st. exper. hortic. de Mlew. sect. entomol.*, n° 45, 1931.

Reaumur. — Mém. pour servir à l'histoire des insectes, t. III, p. 99, pl. 7 (1737).

Rebel. — Die lepidopterenf. v. Herkulesbad u. Orsova. (*An. d. naturhist. Hofmus.*, t. XXV, 1911.)

Reuter (F.). — Bidrag till Kanned on micronlepidopterenfauna i Alauds och Aboskargarden. (*Act. soc. pro Fauna, Flora Fennica*, 1904.)

Riley. — The apple *Coleophora*. (*Ann. rept. of the U. S. D. A.* 1878, p. 48.)

Rondani. — Rep. f. insetti paras. e della loro vittime. (*Bul. soc. entomol.*, Italie 1876.)

Rosslerstamm (Fisher von). — Ab. u. bericht. u. erganzungen d. schm. (Leipzig 1844, pl. 135, p. 68-70.)

Sand. — Cat. raisonné Lepid. du Berry et de l'Auvergne, Paris, 1879.

Schmideknecht. — Die Ichneumonidengattung *Pimpla* F. (*Zeit. angew. entom.*, 1914.)

Schranck. — Fauna boica, t. II, p. 110, Nuremberg, 1802.)

Scopoli. — Entomologia carniolica, p. 252, 1763.

Skala. — Die Lepid tener Mährens, t. II. (*Ver. d. naturforsch, ver in Brünn.*, 1913.).

Slingerland. — The cigar case bearer in western New-York. (*Cornell agric. exp. st. Bul.* 93, 1895.)

Snellen. — De vlinders van Nederland, t. II, p. 812, 1882.

Sohragen. — Die Kleinsch. d. Mark Brandenbourg., Berlin, 1886.

Spuler. — Die sog. Kleinschm. Europas, p. 400, Stuttgart, 1913.

Stainton. — Nat. hist. of the Tineinea, vol. 4 et 5, 1859-1860.

Stephens. — Illus. of Brit. entomol., 4, p. 285, 1835.

Suire (J.). — Notes biologiques sur quelques Coléophores des environs de Montpellier. (*Bull. soc. entom.*, France 1927, p. 45-48.)

Suire (J.). — Les premiers états d'un Coléophore cécidogène, *C. novella* Chret. (*Ibid.*, 1934, p. 114-116, 1 pl.)

Suire (J.). — Contr. à l'étude de *Coleophora hemerobiella Scop.* (*An. Ecole nat. agric. Montpellier*, t. XXIV, fasc. II, p. 137-158, 1936.)

Tempel. — Zur futterak mottenbekampfung. Die krankepflanze. Dresden, févr. 1928.

Theobald (F. V.). — The apple and plum case bearer, *C. nigricella Stph.* (*The fl. of pomology and hortic. sc.*, 1922.)

Thorpe (W. H.). — Notes on the natural control of *Coleophora laricella*, The learch case-bearer. (*Bul. entom. research*, voo. 20, f. 2, 1933.)

Tragardh (Iver). — *Coleophora laricella.* (Entomol. Tidakrift., 1910.)

Treitschke. — Die Schmet. v. Europa, t. IX (1833) et t. X (1835).

Trouvelot (B.). — Observations biologiques sur l'*Habrobacon Johanseni* Vier. (*C. R. soc. biol.*, 1921, p. 1022.)

Trouvelot (B.). — Recherches de biologie appliquée sur la Teigne des pommes de terre. (*An. Epiph.*, t. X, 1924, p. 53.)

Waters. — *C. anatipennella* and *albidella* H. S. (Ent. month mag., 1928, p. 32-34.)

Zeller. — Beitr. sur kennt. d. Coleophoren. (*Linnaea entomol.*, t. IV, 1849.)

CONTRIBUTION

À L'ÉTUDE CYTOLOGIQUE ET HISTOPHYSIOLOGIQUE

DU BOMBYX DU MÛRIER PENDANT LA MUE,

par A. Paillot,

Correspondant de l'Académie d'Agriculture,
Directeur de la Station de Zoologie agricole du Sud-Est
et du Laboratoire de Pathologie des invertébrés à l'École pratique des Hautes-Études.

SOMMAIRE.

Pages.

Introduction 340

Technique des recherches 340

Épiderme et tissus ectodermiques 341

Trachées 347
Epithelium des intestins antérieur et postérieur 349
Insertions musculaires 351

Organes de sécrétion et d'excrétion 351

Glandes séricigènes 351
Oenocytes ou glandes hypostigmatiques 354
Glandes rectales 358

Le tissu adipeux 365

Les cellules péricardiales 372

Le tube intestinal moyen 375

Les cellules sanguines 381

Considérations générales sur le phénomène de la mue 382

Introduction.

La mue est un phénomène observé et décrit depuis longtemps chez les Arthropodes, au moins dans ses manifestations extérieures. On la définit ordinairement comme le renouvellement périodique de l'exosquelette rigide qui protège extérieurement le corps. On admet généralement que l'accroissement en surface de cette enveloppe étant limité, elle ne peut suivre l'accroissement en volume des parties molles du corps, d'où la nécessité de son renouvellement complet. Pour les anciens auteurs, ce renouvellement périodique constituait la partie essentielle du phénomène de la mue; mais à mesure que se développaient nos connaissances sur la structure histologique et cytologique des Insectes, on s'est aperçu que la mue représente dans la vie de l'Insecte autre chose qu'un simple changement de peau. Déjà Pantel, en 1898, avait constaté que chez les larves de *Thrixion*, la cuticule est extensible et peut suivre le développement du corps; la rigidité de l'enveloppe chitineuse et la croissance plus ou moins rapide du corps ne sont donc pas, d'après lui, les seuls facteurs qui conditionnent la mue. P. Marchal dans l'article du dictionnaire de physiologie de Ch. Richet consacré à la physiologie des Insectes, écrit à ce sujet : « Outre le rôle qui consiste à permettre la croissance, les mues ont donc d'autres destinations : elles facilitent les transformations internes et rendent possibles les modifications cuticulaires externes (apparition de nouveaux stigmates, appendices, poils, glandes cutanées, etc.). Enfin elles jouent un rôle important au point de vue de l'excrétion et permettent à l'individu, pendant sa croissance, de se débarrasser des produits résultant de l'histolyse. »

Les processus qui caractérisent la mue sont en effet d'une grande complexité; ils déterminent, dans les tissus et les cellules, des modifications structurales souvent très importantes. Si l'on a bien décrit, et avec un grand luxe de détails, la manière dont les Insectes se libèrent de leur vieille cuticule, par contre on a beaucoup moins étudié les processus qui se déroulent dans les différents organes et au niveau des cellules. Un travail d'ensemble sur l'histophysiologie de la mue chez le Bombyx du mûrier a été cependant publié en 1929 par Tahir E. qui a étudié cette question sous ma direction et celle de R. Noël à la Station de Zoologie agricole du Sud-Est et à la Faculté de Médecine de Lyon.

J'ai repris cette étude depuis quelques années en appliquant d'autres techniques cytologiques et c'est le résultat de ces nouvelles recherches qui fait aujourd'hui l'objet de ce mémoire. Bien des points restent cependant obscurs, mais cela tient surtout à l'insuffisance de nos méthodes d'investigation qui ne permettent pas encore de suivre en détail les différents processus qui se déroulent dans l'intimité des tissus et des cellules. Si de grands progrès ont été réalisés en chimie biologique dans l'analyse et la synthèse des différentes substances résultant du métabolisme général des êtres vivants, par contre, les méthodes de la microchimie sont encore trop insuffisantes pour suivre dans la cellule même les processus biochimiques qui s'y déroulent et aboutissent à l'élaboration des produits les plus divers. Il reste donc beaucoup à faire dans cette voie. Je me bornerai ici à étudier les modifications cellulaires et tissulaires au cours de la mue, et j'essayerai d'esquisser à grands traits les différentes phases du phénomène telles qu'on peut les observer sur coupes de vers fixés à différents stades de la mue.

Technique des recherches.

L'étude cyto- et histophysiologique a été faite *in vivo* et sur coupes colorées suivant différentes méthodes qui permettent de mettre en évidence tous les éléments cellulaires, éléments dont une partie au moins sont détruits par les méthodes courantes de fixation ou au cours des inclusions. Ce sont les méthodes dites mitochondriales qui m'ont donné, dans l'ensemble, les meilleurs résultats. Les vers, ouverts ventralement et longitudinalement, sont fixés dans le formol salé (10 p. 100 de formol du commerce, neutralisé au préalable, dans une solution physiologique à 6 p. 1000 de Na Cl). Après cette fixation, dont la durée ne doit pas être inférieure à quinze jours, les vers sont immergés dans une solution de bichromate de potasse à 3 p. 100 pendant trois semaines environ. Cette méthode de fixation suivie de post-chromisation convient parfaitement pour la mise en évidence du chondriome, surtout en utilisant la méthode de Champy-Kull. Les coupes, dont l'épaisseur ne doit pas dépasser 2 μ, sont colorées à chaud par la

fuchsine acide anilinée (14 p. 100 de fuchsine dans l'eau saturée d'huile d'aniline), puis une à deux minutes environ dans le bleu de toluidine à 0,5 p. 100; on différencie pendant 30 secondes environ dans une solution alcoolique d'aurantia à 0,5 p. 100. Le chondriome est coloré en rouge ainsi que les nucléoles; le cytoplasme, en bleu pâle et la chromatine, en bleu foncé. La coloration à l'hématoxyline donne des résultats moins bons en général que la méthode de Champy-Kull; on constate souvent en effet que le chondriome, dans un certain nombre de tissus tout au moins, ne se colore pas ou se colore mal par l'hématoxyline.

L'étude du glycogène a été faite en utilisant une méthode de fixation dérivée de la méthode de Pasteels-Léonard et mise au point par H. Gendre; cette méthode est basée sur l'action fixatrice de l'acide picrique. Les vers, ouverts ventralement et longitudinalement, sont immergés dans un liquide de Bouin dont l'eau est remplacée par de l'alcool à 95° saturé d'acide picrique. Après vingt heures environ de fixation, les pièces sont lavées à l'alcool à 95°, déshydratées dans l'alcool absolu, puis incluses selon la méthode ordinaire. Le glycogène fixé par l'acide picrique ne diffuse pas sensiblement au cours des passages dans les différents liquides qui précèdent l'inclusion à la paraffine ou au cours du lavage qui suit le déparaffinage des coupes. La coloration par le liquide de Lugol et surtout l'emploi de la méthode de Best (coloration au carmin ammoniacal) donnent des résultats particulièrement brillants.

L'étude de la mue au niveau des glandes séricigènes a été faite *in vivo* par coloration vitale au rouge neutre.

Épiderme et tissus ectodermiques.

En dehors de la mue, l'épiderme, improprement dénommé hypoderme, se présente sous l'aspect d'une assise de cellules de type cylindrique recouverte extérieurement d'une couche épaisse de chitine à structure lamelleuse dont la surface présente de nom-

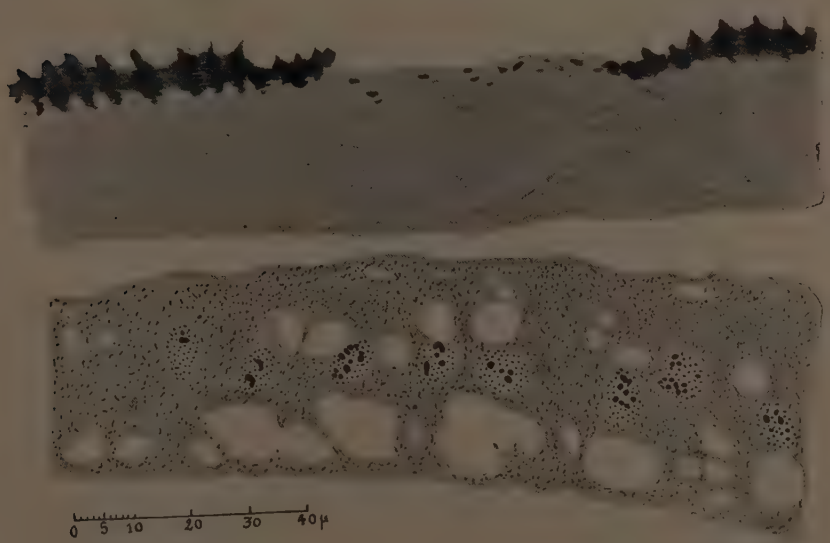


Fig. 1. — Épiderme de ver à soie au commencement de la quatrième mue. Fixation au formol salé, coloration de Kull.

breuses et courtes aspérités. La structure de la couche cytoplasmique est finement réticulée; de nombreux chondriosomes ténus, généralement peu allongés, se rencontrent dans toute la masse; des grains pigmentés d'origine mitochondriale, ainsi que je l'ai

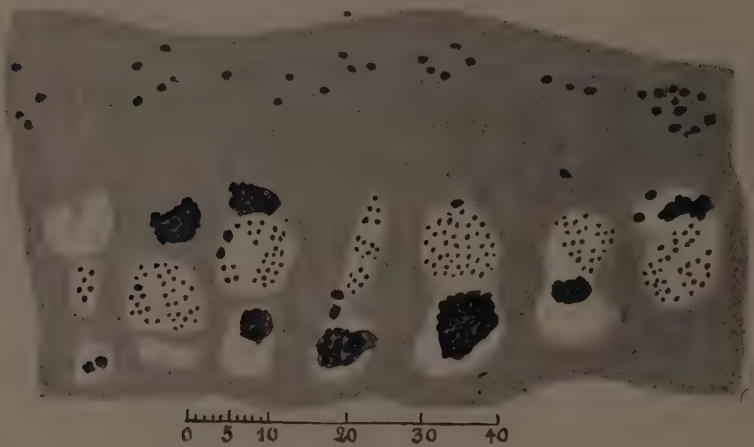


Fig. 2. — Glycogène dans l'épiderme du ver à soie au commencement de la quatrième mue. Carmin de Best.

montré avec R. Noel, se rencontrent en plus ou moins grande abondance dans la partie basale de certaines cellules. Le noyau est formé de grains de chromatine colorés par le bleu de toluidine (méthode de Champy-Kull) et de nucléoles fuchsinophiles en nombre

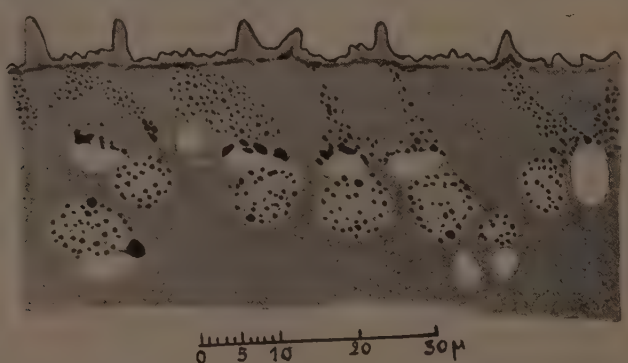
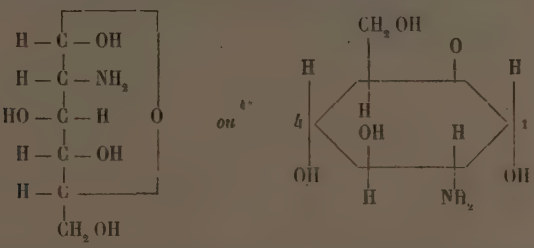


Fig. 3. — Émigration du glycogène vers la surface des cellules épidermiques chez un ver à soie en mue. Carmin de Best.

variable. Au début de la mue, des vacuoles, souvent volumineuses, apparaissent dans le voisinage du noyau et même au contact direct de celui-ci; on les rencontre dans la partie basale comme dans la partie distale; elles peuvent même entourer presque complètement le noyau, de sorte qu'on a l'impression que celui-ci est comme suspendu dans le vide, à peine soutenu par quelques trabécules cytoplasmiques. Ces vacuoles ont été observées par Pantel, en 1898, chez les larves de *Thrixion;* par Plotnikow, en 1904, chez les

chenilles de *Bombyx mori* et d'*Ocneria dispar*, mais seulement à la dernière mue et en certaines régions de l'épiderme; puis par Tahir E., en 1929, chez le Ver à soie; d'après les deux premiers auteurs, les vacuoles renferment un liquide exuvial qui est déversé entre les deux cuticules au commencement de la mue; Tahir, par contre, admet que le liquide renfermé dans les vacuoles est utilisé pour l'élaboration de la nouvelle cuticule.

Si l'on examine des coupes provenant de pièces fixées au Bouin à l'alcool, et colorées par le Lugol ou le carmin de Best, on constate que le contenu vacuolaire est formé de glycogène; il semble donc, à s'en tenir à la topographie cellulaire, que le noyau joue un rôle actif dans la formation de ce glycogène. A un stade plus avancé de la mue, les masses glycogèniques périnucléaires se fragmentent en gouttelettes de plus en plus ténues qui émigrent vers la partie distale des cellules où elles participent à l'élaboration de la nouvelle cuticule chitineuse. «La chitine, d'après Thomas P., est en effet un polysaccharide azoté qui a vraisemblablement une structure analogue à celle de la cellulose. Par hydrolyse, elle donne des quantités équivalentes de glucosamine et d'acide acétique, ce qui signifie que l'acétylglucosamine tient ici la place du glucose dans la cellulose». Levenne a montré que la glucosamine dérive du glucose et possède la structure suivante :



C'est dans la partie distale des cellules épidermiques que se déroulent les processus aboutissant à la synthèse de la chitine à partir du glycogène; il ne semble pas que le chondriome participe à cette élaboration. Les différentes phases de la synthèse de la chitine nous échappent et ne peuvent être mises en évidence par les méthodes microchimiques ordinaires.

Tahir E. n'ayant pu constater la présence du glycogène dans les cellules épidermiques, avait émis l'hypothèse, en 1929, que celui des cellules adipeuses participe à l'élaboration de la nouvelle couche chitineuse. On peut rapprocher mes observations propres des constatations faites par Vitzou, en 1882, chez les Crustacés décapodes : cet auteur avait constaté la production de glycogène et son accumulation en très grande quantité dans le tissu conjonctif placé sous l'épithélium chitinogène chez les Crustacés en mue, constatation déjà faite d'ailleurs antérieurement par Claude Bernard. «Le glycogène du tissu conjonctif — dit Vitzou — sert à la nutrition, pendant la mue, des cellules de l'épithélium chitinogène. Les cellules prennent en effet un développement considérable à cette époque pour constituer les assises chitineuses des téguments par l'épaississement successif de leur paroi supérieure».

Au niveau du noyau on peut observer une véritable émigration nucléolaire, moins générale et moins intense toutefois que dans les cellules adipeuses; le rôle de cette décharge nucléolaire observée dans l'épiderme n'a pu être déterminé avec certitude; il s'agit vraisemblablement d'un phénomène d'excrétion ou d'épuration nucléaire. Les nucléoles expulsés ne séjournent pas dans le cytoplasme, mais sont expulsés au dehors;

on distingue nettement les différentes phases de cette expulsion dans la figure 4 qui représente une portion de l'épiderme au début de la mue : on voit des nucléoles à-demi sortis du noyau et d'autres isolés à l'intérieur de la couche cytoplasmique.

Des phénomènes analogues ont été décrits chez les chenilles d'Hyponomeute, au cours de la métamorphose, par Hufnagel qui a observé, dans la partie basale du cyto-

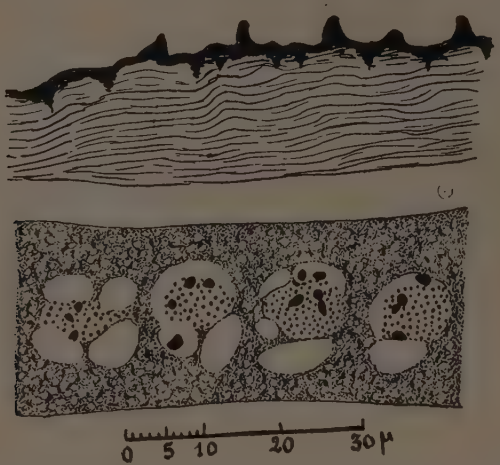


Fig. 4. — Émigration nucléolaire dans l'épiderme d'un ver à soie au début de la quatrième mue. — Formol salé. Coloration de Kull.

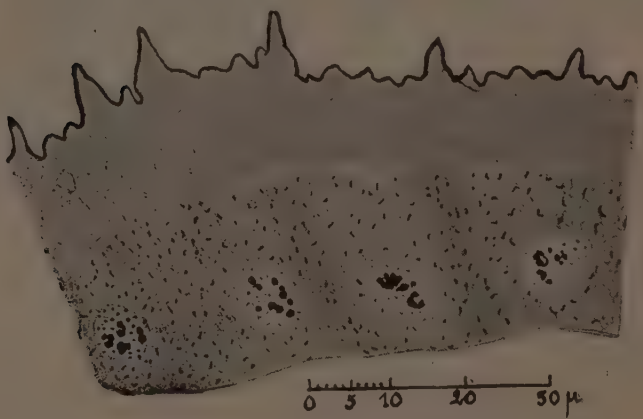


Fig. 5. — Régénération des nucléoles dans les cellules épidermiques d'un ver à soie à la quatrième mue.

plasme principalement, des granules chromatiques pouvant fusionner ensemble. « Il n'y a pas de doute, dit l'auteur, que ces granules chromatiques ne soient émis par le noyau ». Rapprochant ces faits de ceux observés par Ch. Perez dans les papilles rectales de *Calliphora*, Hufnagel « considère avec cet auteur le processus d'élimination par une cellule d'une partie de sa substance comme réalisant l'épuration de cette cellule ». D'autres processus d'épuration ont été observés et décrits par Hufnagel, notamment au niveau de l'épithélium intestinal et du tissu adipeux. De nouveaux nucléoles se forment au

dépens de la chromatine dont certains grains deviennent fuchsinophiles et se groupent en petits amas qui fusionnent ensuite (fig. 5).

En dehors des cellules ordinaires, l'épiderme renferme un certain nombre d'autres éléments à cytoplasme plus condensé, coloré en bleu par le bleu de toluidine, à structure

Fig. 6. — Régénération d'un poil chez un ver à soie de quatrième âge en mue. Formol salé. Kull.

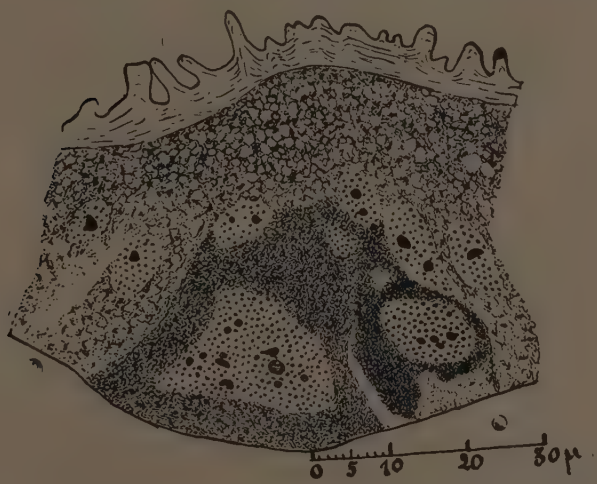


Fig. 7. — Cellules pilifères afonctionnelles chez un ver à soie à la fin de la quatrième mue. — Formol salé. Kull.

non réticulée; de nombreux grains et bâtonnets mitochondriaux se rencontrent dans toute l'épaisseur de la couche cytoplasmique. Ces éléments, généralement plus allongés que les cellules épidermiques ordinaires, sont disposés par paire, l'une des cellules étant toujours plus grande que l'autre. Le noyau est volumineux et présente parfois quelques

courts diverticules. La plus grande des cellules donne naissance à un poil ; l'autre forme la cupule à épaississement externe fortement fuchsinophile. Je n'ai pas constaté, comme dans les autres cellules épidermiques, la présence de glycogène. D'autres cellules identiques aux cellules pilifères et disposées également par paires, se rencontrent dans la couche épidermique mais ne donnent pas naissance à des poils. Il s'agit vraisemblablement de cellules pilifères ayant perdu leur fonction principale : on sait qu'au premier âge, la peau du Ver à soie est recouverte de nombreux poils dont un grand nombre disparaissent à la première mue et ne sont pas remplacés ; ce sont ces cellules pilifères au repos définitif qui ont été vraisemblablement considérées par Tahir comme des « cellules glandulaires dont le fonctionnement est mal connu ».

Par quel mécanisme et sous quelle influence la vieille cuticule se détache-t-elle de la

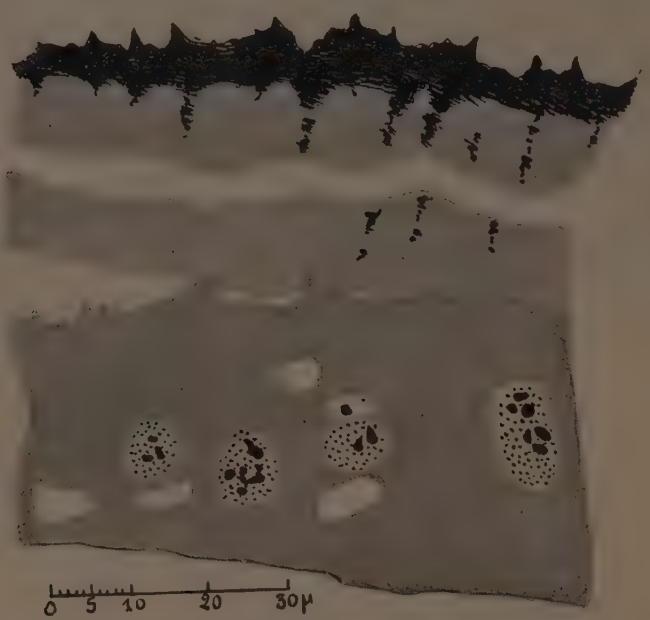


Fig. 8. — Épiderme de ver à soie en mue
au moment du décollement de la vieille cuticule. — Formol salé. Kull.

couche épidermique ? D'après Verson, le liquide sécrété par les glandes exuviales jouerait un rôle fondamental ; cette thèse, admise par la plupart des auteurs, a été combattue dès 1898 par Pantel : cet auteur avait constaté en effet, chez la larve de *Thrixion*, que les cellules hypodermiques deviennent turgescentes aux approches de la mue, que leur épaisseur s'accroît passablement et que des vacuoles apparaissent dont le contenu s'étale « sous la forme d'une fissure tangentielle qui se propage jusqu'à la rencontre de fissures voisines. Le décollement se généralise avec rapidité partout où le système cuticulaire ne repose que sur des cellules hypodermiques ». Buddenbrock, en 1930, a soutenu une thèse différente tout en contestant, comme Pantel, le rôle des glandes exuviales. Pour lui, le décollement de la vieille cuticule n'est pas le résultat d'une pression exercée par le liquide exuvial, mais la conséquence d'un épaississement de l'épiderme provoquant le plissement de ce dernier. Mes observations propres ne m'ont pas permis de constater la

présence de liquide sous-cuticulaire, comme c'est le cas par exemple pour les trachées au moment du décollement de l'armature chitineuse interne, ni d'épaississement de l'épiderme comparable à celui que Buddenbrock a observé chez d'autres chenilles; d'autre part, je n'ai pas constaté de plissement de la couche cellulaire précédant le moment où la cuticule s'en sépare, au moins sur une grande partie de la surface du corps. Aussitôt après le décollement de la cuticule, on peut observer de petites aspérités protoplasmiques à la surface de la cellule qui peuvent être interprétées comme une conséquence de la séparation brusque des deux couches chitineuse et cellulaire étroitement unies l'une à l'autre jusqu'à ce moment. Des formations analogues paraissent avoir été observées et figurées par Plotnikow, mais elles ont une signification différente pour cet auteur.

La séparation des deux couches ne résultant pas de la pression exercée par un liquide exuvial provenant de la couche épidermique ou des glandes exuviales, ni de plissement de l'épiderme, elle peut s'expliquer par une rétraction générale et brusque du corps déterminant ainsi un décollement brutal des deux couches, la cuticule, plus rigide, ne pouvant suivre le mouvement du corps. L'amaigrissement provoqué par le jeûne auquel est soumis la chenille en mue ne pourrait suffire à lui seul à provoquer le phénomène car il n'est pas assez rapide; mais une autre cause peut être invoquée qui expliquerait beaucoup mieux la diminution brutale du volume du corps : c'est l'évacuation dans les trachées d'une partie assez importante du plasma sanguin. L'apparition de liquide sous-cuticulaire dans les trachées précède toujours en effet le décollement de la cuticule épidermique et l'afflux de liquide se produit à une allure très rapide; il représente d'autre part, pour l'ensemble du système trachéen, un volume important qui diminue d'autant le volume du corps. Le décollement de la cuticule chitineuse est d'autant plus facile que l'adhérence à la couche épidermique est faible : des décollements partiels peuvent en effet être observés normalement, en dehors des périodes de mue, sur coupes de vers fixés même par des méthodes lentes comme les méthodes mitochondriales.

En résumé, d'après l'hypothèse qui vient d'être émise, ce ne serait pas la cuticule qui abandonnerait le corps et serait expulsée au dehors comme on le croit généralement, mais bien plutôt ce dernier qui abandonnerait son enveloppe protectrice en se contractant.

Trachées. — Les trachées, depuis les gros troncs partant des stigmates jusqu'aux plus fines ramifications, sont entourées d'une assise de cellules aplaties dont le rôle est analogue à celui des cellules de l'épiderme; comme dans ces dernières, on constate la présence, au début de la mue, de grosses vacuoles au voisinage du noyau, mais leur contenu ne se déverse pas, comme le pense Tahir, entre la cuticule et l'assise cellulaire. Le liquide qui sépare les deux couches sous une épaisseur relativement considérable, apparaît parfois faiblement teinté par les colorants cytoplasmiques. Etant donné le volume relativement considérable qu'il occupe comparativement à celui de la couche cellulaire, on ne peut le considérer comme une simple exsudation cytoplasmique et son origine paraît devoir être cherchée, ainsi que je l'ai mentionné précédemment, dans le plasma sanguin lui-même dont une partie transsuderait à travers la paroi trachéenne.

Buddenbrock qui étudia la mue au niveau des trachées, a prétendu, à tort, que le processus d'expulsion de la cuticule chitineuse sous la pression du liquide sous-cuticulaire n'avait pas encore été signalé jusqu'ici. Or, Henneguy, dans son traité sur les Insectes, signale que dès 1864, « Weismann expliquait la mue des trachées par une infiltration de liquide consécutive à l'apparition probable d'un espace interstitiel ». Tahir, dans son

travail publié en 1929, a décrit également en détail le processus de l'expulsion de la cuticule.

Comme les vacuoles périnucléaires des cellules épidermiques, celles des cellules péritrachéales renferment du glycogène qui sera utilisé pour l'élaboration de la nouvelle

Fig. 9. — Vacuoles cytoplasmiques dans les cellules péritrachéales d'un ver à soie en mue. — Formol salé. Kull.

Fig. 10. — Régénération de l'armature chitineuse interne d'une trachée. Formol salé. Kull.

cuticule. A ce moment, de nombreuses petites vacuoles sont visibles sous les épaississements spiroïdes au sommet desquels s'élabore la bande chitineuse de forme hélicoïdale, qui constitue l'armature interne de la trachée. On observe aussi, comme dans l'épiderme, une émigration nucléolaire et la régénération des nucléoles au dépens de la chromatine.

C'est ainsi qu'on peut observer en bordure de la vieille cuticule en voie d'expulsion, des grains fuchsinophiles qui représentent les nucléoles expulsés; certains d'entre eux sont évacués dans la cavité générale. La vieille cuticule détachée de la paroi trachéale se concentre à l'intérieur des trachées et est expulsée progressivement des petites ramifications vers les gros troncs trachéens, puis finalement à l'extérieur.

Les gros troncs trachéens s'ouvrent au dehors par les stigmates dont l'ouverture peut être fermée à volonté au moyen d'un muscle inséré à la base du stigmate, dans le repli formé par l'épiderme. Avant de pénétrer dans les trachées, l'air passe au travers d'un filtre constitué par une trame chitineuse dont la partie superficielle présente des sortes de houppes dirigées vers l'extérieur. Les cellules qui donnent naissance pendant la mue

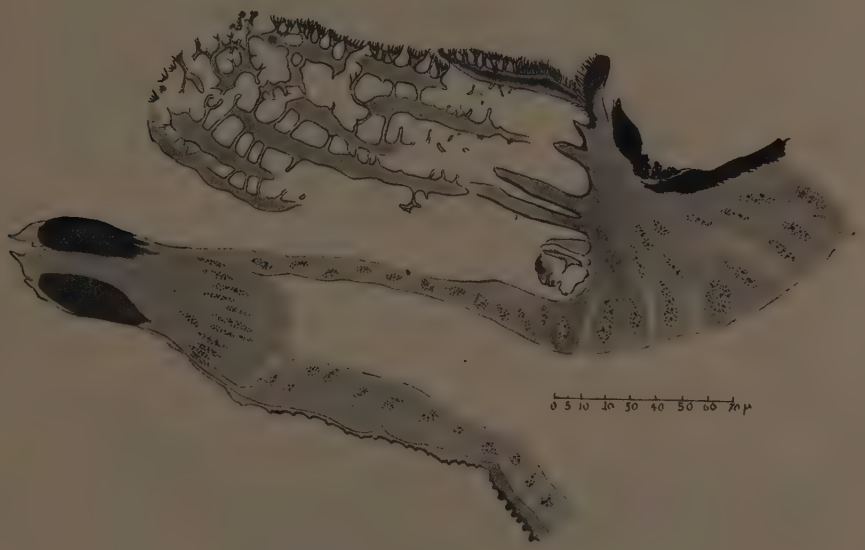


Fig. 11. — Coupe longitudinale à travers un stigmate; moitié antérieure.

au filtre à air sont beaucoup plus allongées que les cellules épidermiques ordinaires, leur cytoplasme est également plus homogène et plus dense et rappelle un peu celui des cellules pilifères.

Epithélium des intestins antérieur et postérieur. — Des processus analogues à ceux qui viennent d'être décrits dans l'épiderme et les cellules péritrachéales se déroulent au niveau de l'oesophage et de l'intestin postérieur, dont l'épithélium est formé par une assise de cellules de même origine embryonnaire que les cellules épidermiques. Comme dans ces dernières, on observe, en assez grande abondance, la présence du glycogène utilisé pour l'élaboration de la cuticule chitineuse très épaisse à ce niveau. Le glycogène est aussi très abondant, même en dehors de la mue, dans les cellules de la valvule péricardiale recouverte également d'une cuticule chitineuse.

Au niveau de la région absorbante de l'intestin postérieur, outre la formation de vacuoles à glycogène placées autour du noyau, on constate la disparition du système canaliculaire de la région sous-cuticulaire. Les canalicules réapparaissent après la reconstitution de la cuticule. Le chondriome, très abondant, principalement dans la région

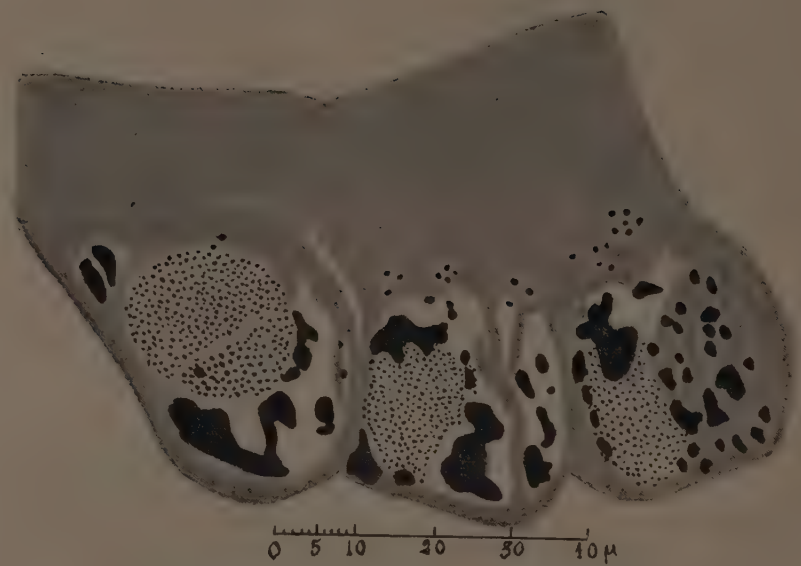


Fig. 12. — Glycogène dans les cellules épithéliales
de la région postérieure de l'intestin postérieur chez un ver à soie du quatrième âge en mue.
Carmin de Best.

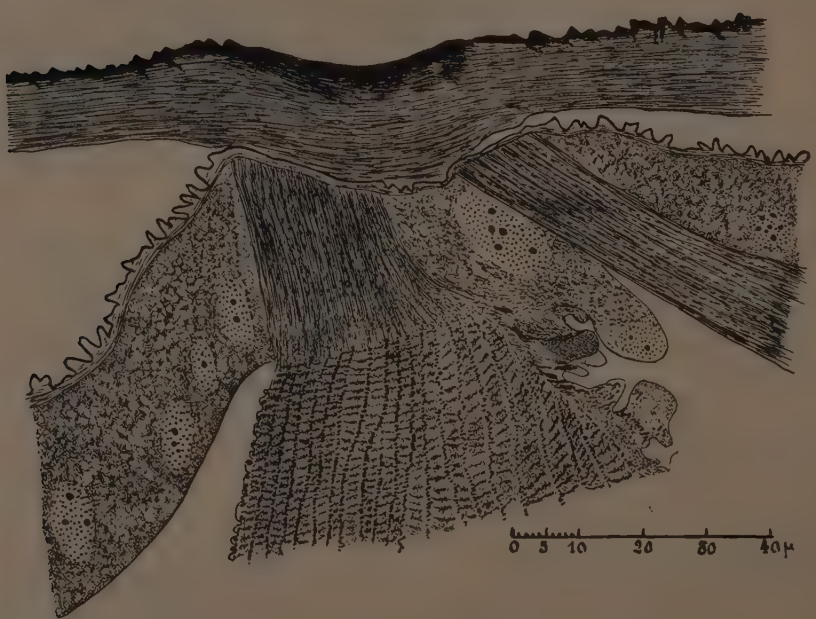


Fig. 13. — Insertion musculaire chez un ver à soie de quatrième âge en mue.
Formol salé. Kull.

nucléaire comme d'ailleurs dans la région basale, se présente sous forme de grains ou de bâtonnets courts. Au début de la formation de la nouvelle cuticule, le glycogène périnucléaire émigre vers la région apicale qui présente de nombreuses vacuoles ; à ce niveau le chondriome est relativement peu abondant ce qui semblerait indiquer qu'il ne joue pas un rôle important dans l'élaboration de la couche chitineuse. Les noyaux, très volumineux par rapport à la masse cytoplasmique, sont le siège d'une transformation assez active des grains chromatiniens en nucléoles.

Insertions musculaires. — Les faisceaux musculaires sont rattachés à la cuticule par l'intermédiaire de tendons. Pendant la mue, le décollement de la cuticule ne se produit pas au même moment à la surface de l'épiderme et au niveau des faisceaux musculaires. Ceux-ci restent donc attachés à la vieille cuticule après qu'elle s'est détachée de l'épiderme. Lorsque la nouvelle cuticule se forme, la sécrétion chitineuse s'étend à la surface occupée par les tendons musculaires et forme une couche sans aspérité et qui se teinte plus facilement par la fuchsine acide que la couche voisine. La vieille couche chitineuse se détache du muscle après le début de la formation de la nouvelle. La surface tendineuse n'est donc jamais complètement nue comme le dit Tahir.

Organes de secrétion et d'excrétion.

Glandes séricigènes. — Pendant la mue, les glandes séricigènes, comme la plupart des autres organes du Ver à soie, sont le siège de modifications histologiques très importantes mais peu étudiées jusqu'ici. Elles comprennent trois parties bien distinctes : le tube sécréteur, de beaucoup le plus long et qui occupe toute la moitié postérieure du ver, le réservoir et le tube excréteur. La lumière du tube est bordée, au niveau du réservoir et du tube sécréteur, par une cuticule mince présentant des épaississements filiformes disposés en spires hélicoïdales. Au niveau du canal excréteur, la cuticule se présente sous forme de plateau strié.

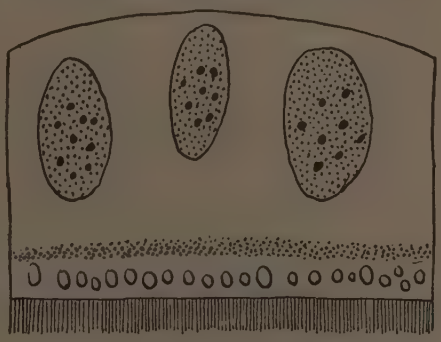


Fig. 14. — Cellules du canal excréteur des glandes séricigènes chez un ver à soie au début de la mue. Coloration vitale par le rouge neutre.

Le phénomène de la mue ne consiste pas seulement en une simple élimination de la couche cuticulaire avec régénération de celle-ci aux dépens des cellules glandulaires ; il comporte également des modifications importantes de la structure cellulaire. Les processus qui se déroulent dans les cellules au cours de la mue peuvent être étudiés facilement après coloration vitale au rouge neutre. Ils sont très différents suivant qu'on les observe dans le canal excréteur ou dans les autres parties de la glande.

Dans la partie apicale des cellules du canal excréteur, on observe d'abord la présence de nombreuses petites vacuoles arrondies à contenu colorable en jaune plus ou moins foncé par le rouge neutre. En dehors des vacuoles, on observe une couche assez dense de granulations colorées par le rouge neutre ; examinée à un faible grossissement, cette couche granuleuse se présente comme une bande étroite située entre les vacuoles distales

et le noyau. Les vacuoles deviennent rapidement plus volumineuses et occupent dans la cellule une place de plus en plus grande; on n'en rencontre jamais cependant dans la moitié basale des cellules. Le contenu vacuolaire se déverse dans la lumière du canal qui apparaît remplie de grosses gouttes de sécrétion colorable par le rouge neutre, mais dont une partie au moins provient du réservoir et de la portion sécrétrice de la glande. Certaines grosses vacuoles apparaissent constituées par le groupement de vacuoles plus petites rappelant ainsi le phénomène d'aggrégation vacuolaire étudié par Mangenot dans les cellules de certains végétaux.

A un stade plus avancé, le plateau strié apparaît séparé des cellules par une couche liquide très homogène et non colorable par le rouge neutre. Cette couche liquide ne

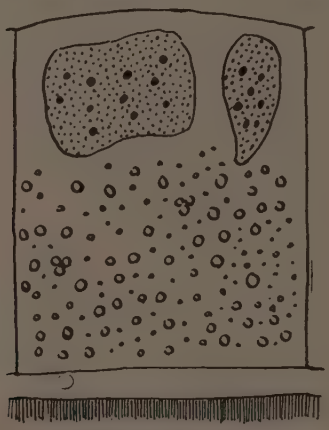


Fig. 15. — Cellules du canal excréteur d'un ver à soie en mue à un stade plus avancé que le précédent. Coloration vitale au rouge neutre.

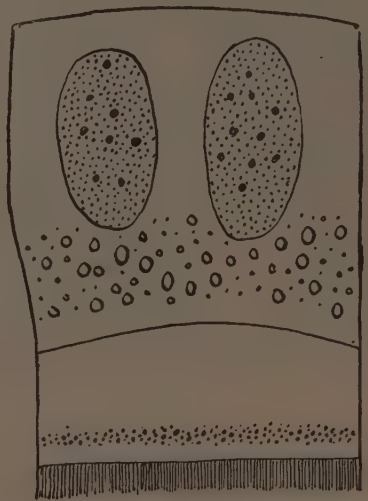


Fig. 16. — Cellules du canal excréteur d'un ver à soie au moment de l'élimination d'une partie de la couche cytoplasmique.— Coloration vitale au rouge neutre.

résulte pas d'une évacuation au dehors du contenu vacuolaire; elle paraît avoir pour origine le protoplasme intervacuolaire qui transsuderait simplement à travers la membrane cellulaire de laquelle s'est détaché le plateau. L'épaisseur de la couche cellulaire diminue considérablement à la suite de cette destruction cytoplasmique; les vacuoles diminuent progressivement de volume et disparaissent ensuite peu à peu en même temps que se reconstitue le plateau. Le glycogène existe en quantité importante, d'abord dans la partie basale de la cellule; il est utilisé dans l'élaboration du plateau cuticulaire.

Au niveau du réservoir et de la partie sécrétrice, on observe des phénomènes de tout autre ordre. Le cytoplasme des cellules glandulaires se creuse d'énormes vacuoles dont le contenu se colore généralement en rose par le rouge neutre. Ces vacuoles déforment plus ou moins le noyau qui se présente en certains points sous l'aspect d'une mince calotte. Les vacuoles, de forme et de grosseur très variables, s'observent principalement dans la moitié distale des cellules, mais elles débordent également dans la région nucléaire qui se vide ainsi d'une partie de son contenu. Elles apparaissent plus tôt dans les cellules de la région sécrétrice que dans celles du réservoir. Un grand nombre de nucléoles émigrent d'autre part dans la couche cytoplasmique où ils forment des inclusions fuchsinophiles. L'examen *in vitro* montre que les nucléoles, très apparents avant la

vacuolisation du cytoplasme et du noyau, disparaissent au moment où se forment les vacuoles. Le contenu vacuolaire se déverse dans la lumière du canal de la glande, donnant

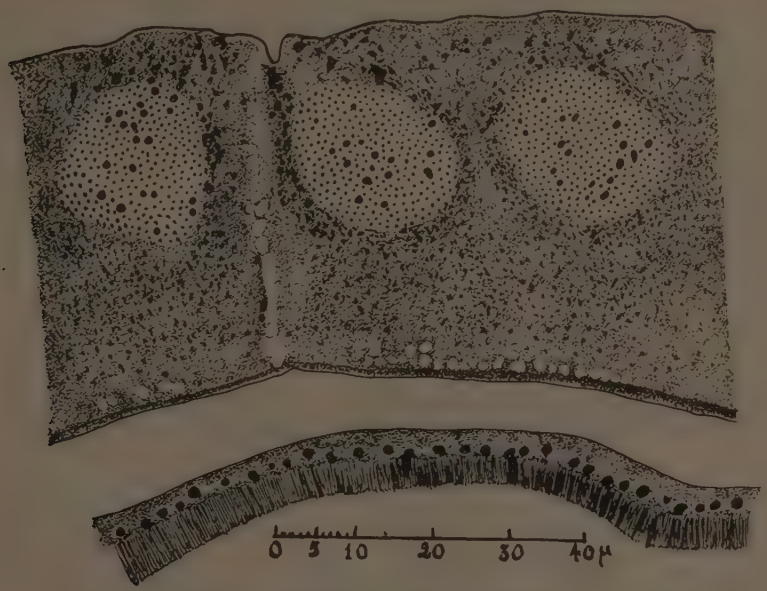


Fig. 17. — Coupe longitudinale à travers le canal excréteur d'un ver à soie, de quatrième âge en mue. — Formol salé, Kull.

Fig. 18. — Coupe transversale de la partie sécrétrice d'une glande séricigène de ver à soie en mue. — Formol salé, Kull.

ainsi naissance à des boules liquides qui se fondent peu à peu en une masse fluide évacuée ensuite avec la vieille cuticule. C'est ce liquide qui, en se solidifiant à la sortie du canal excréteur après s'être mélangé avec celui de ce conduit, donne naissance à des

fils soyeux dont la production pendant la mue a fait depuis longtemps déjà l'objet d'observations.

Le phénomène de la mue est donc caractérisé avant tout, dans les glandes sericigènes, par une importante décharge nucléaire et cytoplasmique qui peut être considérée comme un véritable phénomène d'épuration cellulaire.

L'élimination partielle de la couche cytoplasmique est suivie de l'apparition, dans la partie basale, d'un système canaliculaire assez compliqué non colorable par le rouge neutre et qui se détache en clair sur les coupes fixées par les méthodes mitochondriales et colorées par la méthode de Kull. Ce système canaliculaire, dont la disposition rappelle celle de l'appareil de Golgi, n'a qu'une existence éphémère. Il paraît en rapport avec l'activité constructive de la cellule. Le plateau cilié du canal excréteur, comme la cuticule du réservoir et de la portion secrétrice de la glande, se reconstituent avant la fin de la mue. Je n'ai pu observer la présence du glycogène en quantité appréciable dans les cellules de la région sécrétrice et du réservoir. Il y a reconstitution de la masse nucléaire

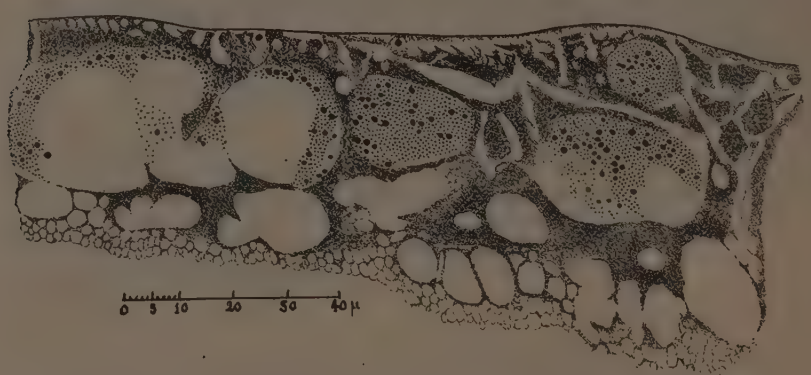


Fig. 19. — Coupe longitudinale à travers la partie sécrétrice d'une glande sericigène de ver à soie en mue. — Formol salé, Kull.

par multiplication des grains chromatiniens. Un assez grand nombre d'entre eux deviennent fuchsinophiles, puis se groupent en petits amas qui fusionnent et donnent naissance aux nucléoles.

Œnocytes ou Glandes hypostigmatiques. — Les œnocytes sont constitués par d'énormes cellules de forme arrondie sans liaison apparente, autre que les trachées, avec les tissus environnants et disposées par groupes métamériques dans le voisinage des troncs trachéens débouchant dans les stigmates. C'est Wielowiejski qui, le premier, a décrit ces cellules en 1885 et les a désignées sous le nom d'œnocytes à cause de leur teinte généralement vineuse. Une étude très complète de ces éléments a été faite en 1914 par Ch. Hollande mais de nombreuses recherches avaient déjà été faites auparavant pour déterminer leur rôle dans l'organisme. D'après Hollande, les opinions les plus diverses ont été exprimées : pour Pantel, Berlese, N. Holmgren, Rossig, Weissenberg, les œnocytes sont des organes d'excrétion; Wielowiejski, Kowalewsky, Graber, Verson et Bisson, Wheeler, Anglas, W. P. Gee, Stendell les ont considérés comme des cellules glandulaires; Anglas admet que la sécrétion œnocytaire joue un rôle dans « la cytolyse des cellules larvaires destinées à disparaître ». Verson et Schulze pensent que la sécrétion est en

rapport avec les mues et la métamorphose; Wilson, que cette sécrétion est une enzyme déterminant la synthèse du corps gras.

Hollande ayant observé fréquemment des cristaux de cire à l'intérieur des œnocytes a désigné ceux-ci sous le nom de cérodécytes. De ses recherches histologiques et histochimiques, il conclut qu'« il existe un parallélisme réel entre le cérodécyte et la cellule adipeuse de l'Insecte; tous deux grandissent avec la larve et augmentent de volume par l'accumulation de produits spéciaux dans leur protoplasme; tous deux diminuent de volume pendant la métamorphose, cédant leurs produits accumulés aux tissus en formation par l'intermédiaire du sang; ils se chargent de pigment, renferment une même substance de réserve : le glycogène; la différenciation s'établit par la nature des produits accumulés : l'un se charge de cire, l'autre, de graisse ».

Une opinion un peu différente a été exprimée par R. Poisson, en 1924, à propos des œnocytes des Hémiptères aquatiques. « On ne doit pas leur refuser, dit cet auteur, tout rôle excréteur vis-à-vis de certaines substances. En retirant rapidement du sang, le bleu de méthylène, le rouge neutre, les pigments, ils viennent incontestablement en aide aux organes excréteurs normaux ». Le rôle d'organe de réserve est également incontestable puisque les sphérules de graisse et les granulations de glycogène s'y accumulent après une période d'alimentation active. D'autre part, « l'étude de l'évolution des grains de sécrétion primitifs (mitochondries) jusqu'au stade de grosses granulations, montre que les œnocytes sont capables de transformer ou d'élaborer, aux dépens de substances absorbées, certains produits qui sont ensuite remis en circulation dans le sang ». Cependant Poisson ne croit pas qu'ils jouent un rôle particulièrement important pendant la mue. « Les considérations précédentes, conclut-il, nous permettent d'envisager les œnocytes comme des cellules régulatrices de l'organisme, contribuant à maintenir constantes les conditions physico-chimiques du milieu intérieur de l'Insecte ». En raison de leur grande mobilité, les œnocytes imaginaux des Hémiptères aquatiques étudiés par lui se comporteraient comme des intermédiaires entre le corps adipeux et les autres organes pendant les processus de nymphose.

D'après Stendell, les œnocytes des chenilles d'*Ephestia kuehniella* sont des glandes à sécrétion interne; la sécrétion s'élabore dans le noyau et apparaît sous forme de gouttelettes très réfringentes qui passent ensuite dans le cytoplasme; à ce moment le noyau apparaît fortement contracté et prend un aspect linéaire. Stendell n'a pu se prononcer sur la signification et le rôle de cette sécrétion. Kreuscher considère lui aussi les œnocytes comme des glandes à sécrétion interne; il a décrit dans le cytoplasme des œnocytes de *Dytiscus marginalis*, un système canaliculaire qui rayonne tout autour du noyau et qui sert à l'évacuation de la sécrétion élaborée à l'intérieur de celui-ci.

D'après Kremer, les œnocytes jouent le rôle d'agents du métabolisme intermédiaire chez l'imago des Coléoptères. Wigglesworth qui fit en 1933 une étude physiologique approfondie de la cuticule et de la mue chez un Hémiptère, *Rhodnius prolixus*, constata que l'activité fonctionnelle des œnocytes accumulés en grand nombre sous l'épiderme de la larve est surtout intense pendant la mue; ils élaboreraient et sécréteraient dans l'hémolymphe, d'après lui, les matériaux utilisés ensuite dans l'élaboration de la nouvelle cuticule. Cette hypothèse n'est guère à envisager dans le cas des vers à soie, en tout cas, elle ne peut être étayée par aucun fait d'ordre histologique ou physiologique.

Hufnagel, chez les chenilles d'Hyponomeute en voie de métamorphose, attribue aux œnocytes la faculté de donner naissance à des amibocytes par émigration au dehors d'une partie de la substance nucléaire. Ce mode de formation des amibocytes ou plus exactement de certains d'entre eux, paraît assez peu vraisemblable.

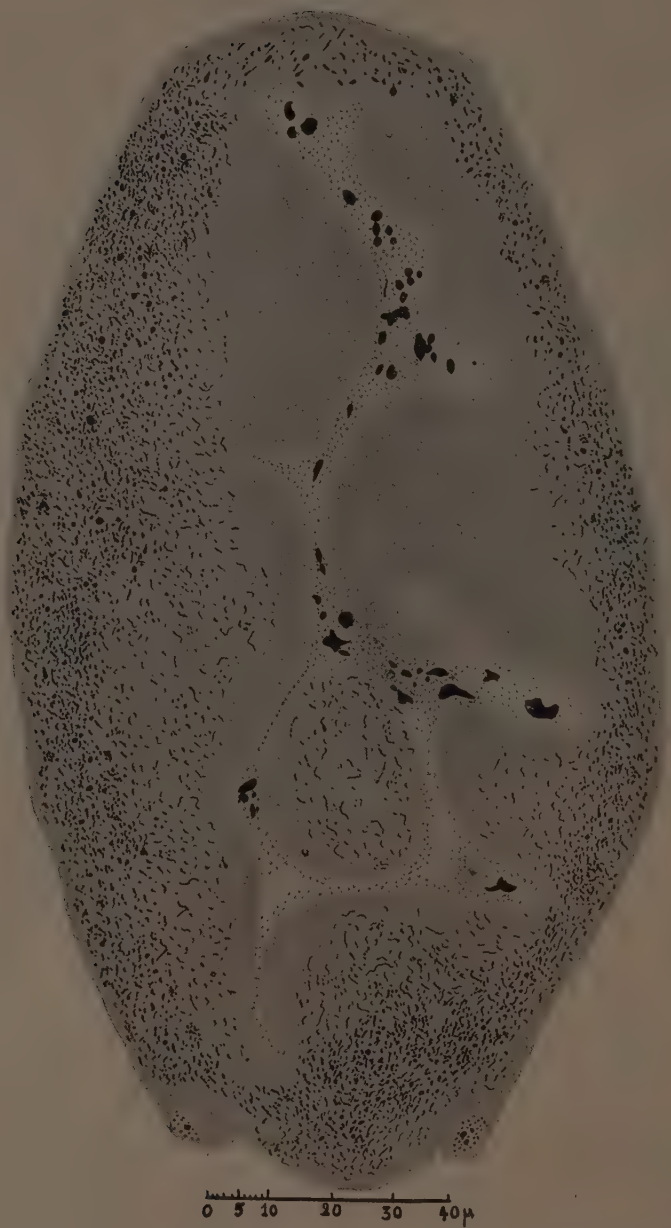


Fig. 20. — Oenocyte de ver à soie du quatrième âge au début de la mue. Formol salé, Kull.

Mes recherches propres ont montré que l'activité fonctionnelle des œnocytes est surtout menifeste pendant la mue. Avant la mue, les cellules se présentent sous la forme d'élémants à gros noyau et couche cytoplasmique relativement mince. Le noyau, de forme

arrondie, est formé de grains de chromatine et de nombreux nucléoles fuchsinophiles de toutes dimensions.

Au début de la mue, on constate un accroissement d'épaisseur de la couche cytoplasmique qui fait hernie à l'intérieur du noyau; le chondriome, très abondant, est formé de grains et de bâtonnets plus ou

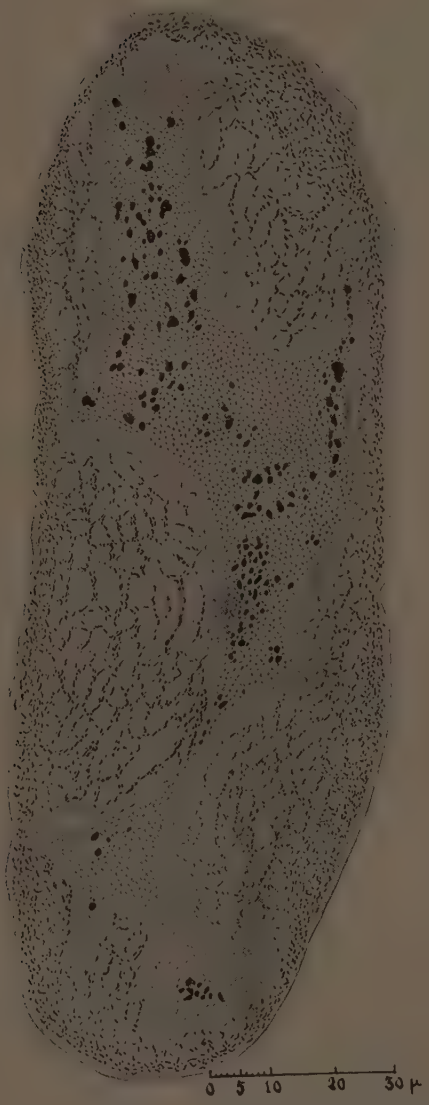


Fig. 21. — Œnocyte de ver à soie du quatrième âge en mue. — Formol salé, Kull.

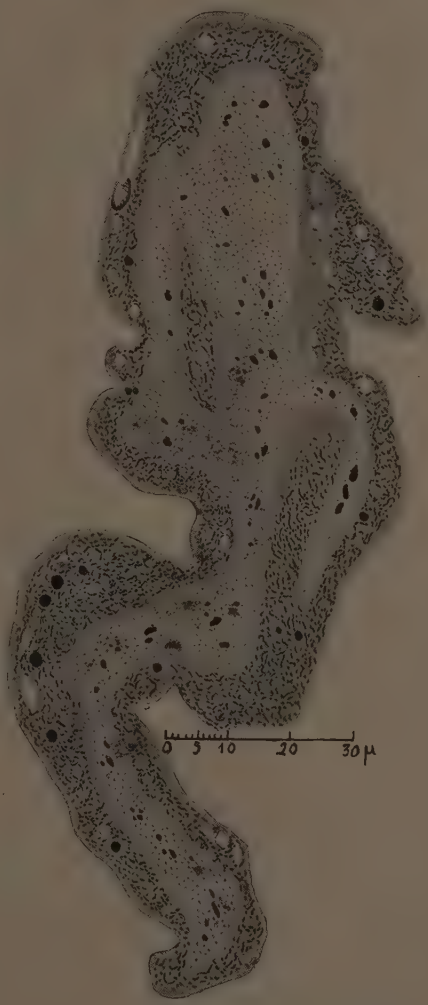


Fig. 22. — Œnocyte de ver à soie à la sortie de la quatrième mue. — Formol salé, Kull.

moins allongés dont un certain nombre se présentent sous la forme de raquettes; il est surtout abondant dans la région moyenne de la couche cytoplasmique ainsi qu'on peut le constater dans la figure 20; la partie saillante des hernies et la région périphérique de l'oenocyte en sont à peu près dépourvues.

Pendant la mue, le noyau, comprimé par les hernies cytoplasmiques, tend à prendre un aspect linéaire et ramifié. La surface de contact avec le cytoplasme est ainsi considérablement augmentée ce qui est le propre des cellules glandulaires. La région cytoplasmique en contact avec le noyau, ainsi que la région moyenne, renferment d'assez nombreuses vacuoles. Très souvent, à un stade assez avancé de la mue, la couche cytoplasmique apparaît comme sillonnée de larges traînées légèrement colorées en rose par la fuchsine acide (Méthode de Kull). Le chondriome se rencontre principalement dans les travées colorées par le bleu de toluidine. La couche cytoplasmique redevient ensuite plus homogène; après la sortie de la mue, les oenocytes diminuent de grosseur et se présentent sous l'aspect de cellules à contours plus ou moins irréguliers, parfois, échancrés assez profondément; beaucoup d'entre eux ont une forme des plus irrégulière et présentent même de véritables digitations. L'aspect général rappelle celui des glandes exuviales à la sortie de la mue. Le noyau tend à reprendre l'aspect de masse arrondie qui le caractérise en dehors des périodes de mue. On constate souvent la présence d'inclusions fuchsinophiles dans le cytoplasme; ces inclusions sont d'origine vraisemblablement nucléolaire : des nucléoles sont en effet visibles au point de contact du cytoplasme et du noyau; on en distingue même qui sont à demi-engagés dans la couche cytoplasmique environnante. Le processus présente de grandes analogies avec celui décrit et figuré par Stendell dans les oenocytes d'*Ephestia kuehniella;* cependant je ne saurais affirmer qu'il s'agit effectivement d'un processus sécrétoire; on peut avoir affaire notamment à un processus d'épuration nucléaire analogue à celui qu'on observe dans beaucoup d'autres éléments cellulaires pendant la mue.

La présence de glycogène a été signalée dans le cytoplasme des oenocytes par L. Pardi chez *Polistes gallicus* L. Le glycogène, d'après cet auteur, n'apparaît qu'au moment où la larve ferme sa loge par un opercule; Pardi admet qu'il a pour origine le glycogène élaboré dans les cellules adipeuses; les oenocytes joueraient donc le rôle de régulateurs du glycogène dans l'organisme, thèse déjà soutenue par Poisson.

Chez le Ver à soie, j'ai constaté également la présence de glycogène dans les oenocytes, mais en très petite quantité; celui-ci est concentré à l'intérieur de quelques vacuoles cytoplasmiques; cependant il est trop peu abondant pour qu'on puisse lui attribuer un rôle comparable à celui qu'il jouerait, d'après Pardi, chez *P. gallicus.*

D'après les caractères morphologiques qui viennent d'être décrits, les oenocytes semblent se comporter bien plus comme de véritables glandes à sécrétion interne que comme des organes d'excrétion ou de réserve; mais pas plus que les auteurs allemands qui ont généralement exprimé cette opinion, je n'ai pu déterminer la nature et le rôle de cette sécrétion. La situation particulière des oenocytes au voisinage immédiat des gros troncs trachéens et même en contact avec certaines ramifications qu'ils peuvent entourer complètement, laisserait supposer qu'ils peuvent jouer un rôle actif dans la mue des trachées. Cette hypothèse a été envisagée par Stendell, mais elle lui paraît peu vraisemblable; il semble plutôt, selon cet auteur, que la présence des trachées conditionne l'activité fonctionnelle des oenocytes. D'autres auteurs, Koller notamment, supposent que la sécrétion oenocytaire joue un rôle important dans le métabolisme de l'Insecte et peut-être aussi dans les processus de développement, celui de la mue en particulier.

Glandes exuviales. — Les glandes exuviales ont été découvertes en 1891 par Verson et Bisson chez le Ver à soie; ce sont de grandes cellules disposées par paires de chaque côté du corps dans les sept premiers anneaux abdominaux et par double-paires dans

les segments thoraciques et le huitième segment abdominal. D'après Verson, leur rôle essentiel consisterait à sécréter un liquide qui, s'écoulant entre l'épiderme et la vieille cuticule, favoriserait l'expulsion de celle-ci. Ce liquide est assez riche en oxalates qui cristallisent à la surface de l'épiderme; des cristaux d'urates se forment également, mais à partir de la quatrième mue seulement : c'est là une preuve, pour Plotnikow et Verson, que les glandes exuviales suppléent les tubes de Malpighi pendant la mue et fonctionnent comme de véritables glandes d'excrétion.

L'opinion de Verson sur le rôle mécanique de la sécrétion des glandes exuviales dans l'expulsion de la vieille cuticule a été adoptée par la plupart des auteurs. Nous avons vu qu'elle avait été contestée, dès 1898, par Pantel qui attribue le décollement de la cuticule à l'épanchement de liquide sécrété, non par les glandes, mais par les cellules épidermiques elles-mêmes. Dans un travail plus récent, Buddenbrock a montré que les glandes exuviales fonctionnent en réalité comme des glandes à sécrétion interne. A la thèse de Verson, l'auteur allemand oppose les arguments suivants :

1° Le déversement de liquide entre les deux cuticules n'est possible qu'après leur séparation; ce n'est donc pas sous la pression du liquide exuvial que les deux cuticules se séparent;

2° Le liquide exuvial manque certainement dans un certain nombre de régions du corps recouvertes d'un épithélium, en particulier la capsule céphalique, les intestins antérieur et postérieur, les trachées;

3° L'hypothèse de Verson n'a un sens que si la glande se vide de son contenu avant la formation de la nouvelle cuticule. Or cette évacuation n'a lieu qu'à la fin du processus de la mue, c'est-à-dire assez longtemps après la formation de la cuticule;

4° L'existence d'un canal collecteur à l'intérieur de la cellule glandulaire n'est rien moins que prouvée : l'espace vide observé est figuré par Verson à l'intérieur même du noyau ne serait en effet qu'un artefact provoqué par l'action de fixateurs trop énergiques. Cette opinion avait déjà été exprimée en 1904 par Plotnikow; elle fut confirmée quelques années plus tard par Schulze; de mon côté, j'ai pu constater que l'emploi de fixateurs moins énergiques que ceux employés par Verson ne donnait pas lieu à la production de telles figures.

En réalité, d'après Buddenbrock, les vacuoles intraprotoplasmiques restent parfaitement indépendantes les unes des autres et le liquide qu'elles renferment ne peut que diffuser lentement à travers la paroi de ces dernières et passer finalement dans le sang. Les glandes exuviales seraient donc des glandes à sécrétion interne. Cette thèse a été combattue en 1935 par Schürfeld qui adopte le point de vue exprimé par Verson. Nous verrons que les affirmations de Buddenbrock concernant l'indépendance des vacuoles sont inexactes au moins chez le Ver à soie.

Les glandes exuviales entrent en activité assez longtemps avant le début de la mue proprement dite; elles se gonflent et atteignent un volume considérable par rapport à celui de la glande en repos.

Au point de vue cytologique, d'après mes recherches propres, il faut distinguer les glandes de la double-paire postérieure des autres glandes abdominales et des glandes thoraciques : les premières renferment toujours de grosses inclusions fuchsinophiles envacuolées tandis que les autres en sont entièrement dépourvues. L'augmentation

du volume des glandes porte surtout sur la couche cytoplasmique qui forme des hernies internes comprimant le noyau et lui donnant un aspect linéaire et ramifié. L'aire nucléaire se distingue mal de la couche cytoplasmique environnante.

Dans les *glandes exuviales de la double-paire postérieure*, les grains de chromatine sont mal colorés et peu basophiles; de nombreux nucléoles de forme variable : les uns arrondis, les autres fusiformes, se rencontrent dans toutes les ramifications nucléaires. Le cytoplasme est assez fortement teinté par le bleu de toluidine et creusé de nombreuses vacuoles arrondies de dimensions très irrégulières. A l'intérieur de la vacuole, le contenu apparaît d'abord à peine teinté puis il devient rose et enfin nettement fuchsinophile. Des inclusions également fuchsinophiles et de toutes tailles, mais non envacuolées, se rencontrent en grand nombre dans la partie antérieure de la cellule glandulaire. Les inclusions envacuolées avaient déjà été observées en 1890 par Verson. Plotnikow, en 1904, constatait également la présence d'inclusions cytoplasmiques envacuolées dans la couche cytoplasmique, surtout chez les très jeunes chenilles et les considérait

Fig. 23. — Glande exuviale de la première paire postérieure d'un ver à soie de quatrième âge au début de la mue. — Formol salé, Kull.

comme des grains de chromatine expulsés du noyau; les mêmes inclusions peuvent être également rencontrées au cours des dernières mues, non seulement dans le cytoplasme, mais aussi dans le canal excréteur. Plotnikow n'a pu cependant donner d'indications précises sur leur destinée. En 1910, Verson admettait que les inclusions envacuolées représentent en réalité le résidu de la sécrétion de la glande localisé et durci à l'intérieur des vacuoles à la suite de la fixation.

Le chondriome, très abondant dans toute la couche cytoplasmique, se présente sous forme de grains et de filaments courts très ténus. En certains points de la couche périphérique, on constate la présence de nombreux canalicules anastomosés les uns aux autres : la présence de ces canalicules paraît être en rapport avec l'activité sécrétrice de la glande. Holmgren a décrit dans les glandes exuviales de différentes espèces de chenilles un système canaliculaire qui mettrait en communication les vacuoles avec le canal excréteur et servirait à l'évacuation de la sécrétion; il s'agirait donc là d'un système différent de celui que j'ai observé moi-même. L'observation de Holmgren n'a pu être confirmée par Plotnikow chez le Ver à soie.

Le canal excréteur qui traverse la paroi épidermique est entouré par deux cellules de dimensions inégales : la plus grande renferme de nombreuses petites inclusions fuchsinophiles d'origine mitochondriale et son noyau présente des diverticules; la

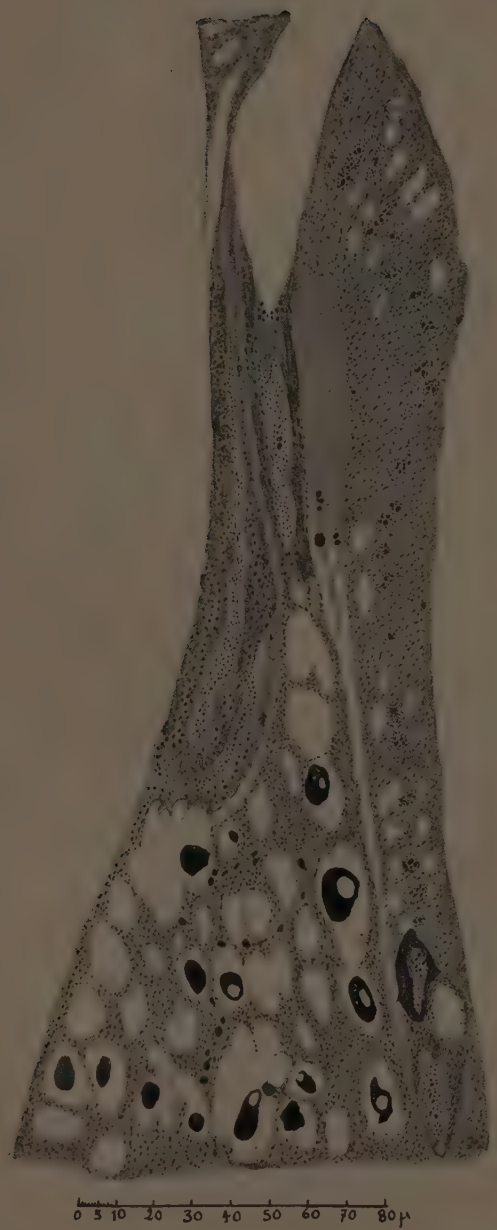


Fig. 24. — Cellules du canal excréteur de la partie antérieure d'une des glandes exuviales de la première paire postérieure d'un ver à soie de quatrième âge en mue.
Formol salé, Kull.

petite cellule est dépourvue d'inclusions et son noyau n'est pas lobé. La région périphérique de la première est creusée de canalicules perpendiculaires à la paroi; cette cellule présente donc tous les caractères de cellule glandulaire. Tahir considère l'une et l'autre au contraire comme de simples cellules chitinogènes, mais rien ne permet d'affirmer que leur rôle principal consiste dans l'élaboration de la cuticule chitineuse du canal. Il est possible que cette fonction soit remplie par la petite cellule, mais l'autre représente incontestablement une cellule glandulaire dont la sécrétion est évacuée au dehors par le canal excréteur. C'est l'opinion de Plotnikow qui considère les deux cellules comme des éléments de l'hypoderme modifiés D'après Schulze, celles de *Deilephila euphorbiae* L. sont incontestablement des cellules glandulaires et il base son opinion sur la forme lobée du noyau et la présence de grains de sécrétion autour du noyau; la sécrétion déterminerait, d'après lui, l'expulsion du revêtement chitineux de la paroi intérieure du canal et se produirait après la sortie de la sécrétion de la glande exuviale.

Les autres glandes exuviales abdominales et celles du thorax ont un aspect tout différent de celui des glandes des deux paires postérieures. Le cytoplasme, faiblement coloré par le bleu de toluidine, apparaît largement réticulé; des vacuoles de dimensions très régulières sont ainsi délimitées dont l'intérieur se présente en clair sur les coupes colorées par la méthode de Kull ou par l'hématoxyline. En aucun cas je

n'ai constaté la présence d'inclusions fuchsinophiles à l'intérieur des vacuoles. Le noyau est beaucoup moins ramifié que celui des glandes postérieures. Les grains de chromatine sont à peine teintés par le bleu de toluidine ; seuls les nucléoles de petite taille, arrondis ou bactériformes, sont bien visibles dans la masse nucléaire. Comme dans les glandes pos-

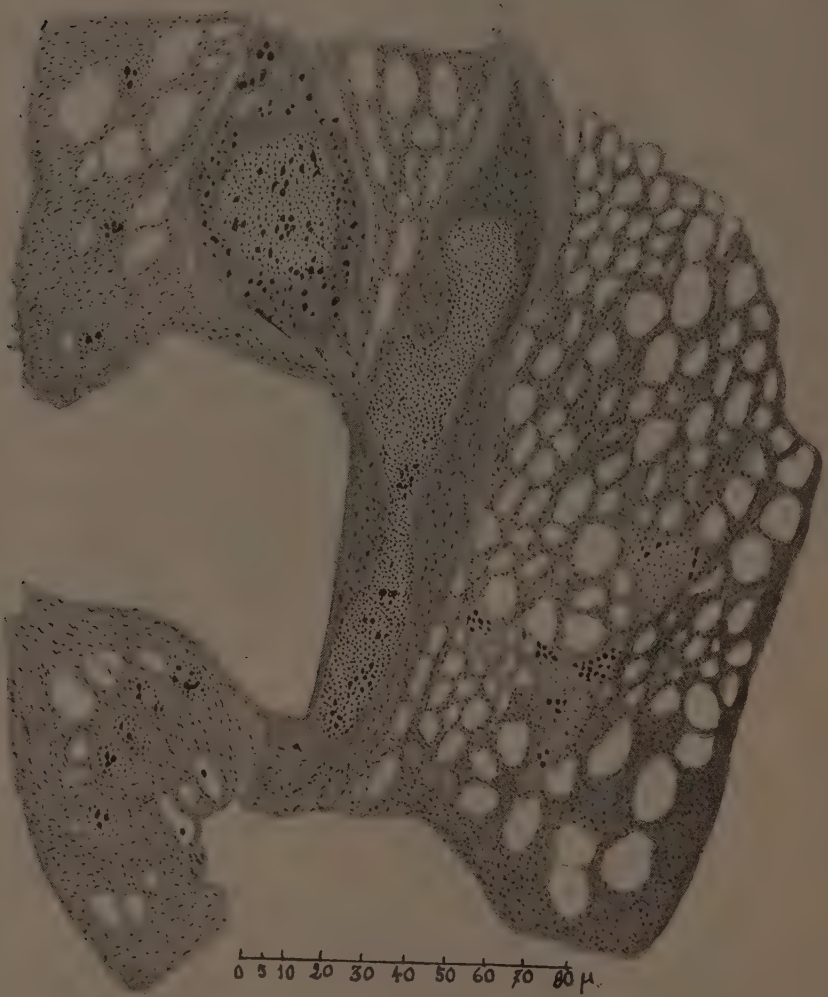


Fig. 25. — Partie antérieure d'une glande exuviale de la région abdominale d'un ver à soie du quatrième âge en mue. — Formol salé, Kull.

térieures, les deux cellules du canal excréteur sont de dimensions très inégales ; le noyau de la plus grande est très ramifié et formé de grains de chromatine fortement colorables par le bleu de toluidine et de nucléoles assez nombreux mais relativement petits. Des grains fuchsinophiles envacuolés se rencontrent dans le cytoplasme comme dans celui des cellules similaires de la région postérieure.

A la sortie de la mue, au moment où la chenille abandonne la vieille cuticule, les glandes de la région postérieure prennent un aspect tout différent de celui qui les caractérisait jusqu'ici : les vacuoles augmentent de volume et leur contenu perd son affinité colorante pour la fuchsine acide; à un stade plus avancé, on voit les vacuoles voisines se joindre, puis mélanger leur contenu; ainsi prennent naissance d'énormes vacuoles remplies de sécrétion qui occupent l'emplacement des lobes délimités par les ramifications du noyau. L'indépendance des vacuoles cesse donc à la fin de la mue, ce qui

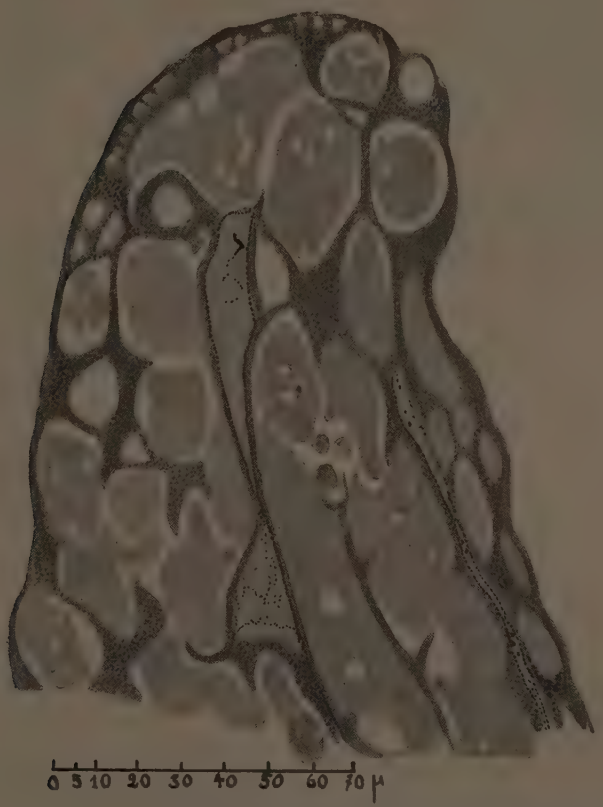


Fig. 26. — Portion de glande exuviale de la région postérieure d'un ver à soie de quatrième âge à la sortie de la mue. — Formol salé, hématoxyline.

infirme les conclusions des observations faites par Buddenbrock, mais confirme celles beaucoup plus anciennes de Holmgren (1895), de Plotnikow (1904) et de Schulze (1912) chez différentes espèces de Lépidoptères. Il n'apparaît pas que la sécrétion soit évacuée au dehors par le canal excréteur comme l'affirme Schulze. A ce moment d'ailleurs, il n'y a pas toujours communication de la glande avec l'extérieur, ainsi que l'ont montré différents auteurs chez un certain nombre d'espèces de Lépidoptères; c'est donc dans la cavité générale comme le dit Buddenbrock, que doit avoir lieu l'évacuation du contenu vacuolaire. Cependant je n'ai pas observé que cette évacuation résultait d'une simple diffusion de la sécrétion à travers la paroi vacuolaire; il apparaît plutôt que les vacuoles

s'ouvrent dans la cavité générale, y déversant leur contenu; ainsi s'expliqueraient les profondes échancrures qui se forment à la surface de la glande.

Au moment où la sécrétion est déversée dans le sang, la mue est presque terminée, et on peut se demander quel rôle elle doit jouer dans ce phénomène. Buddenbrock admet qu'elle agit par ses hormones, mais les expériences qu'il a faites pour démontrer cette

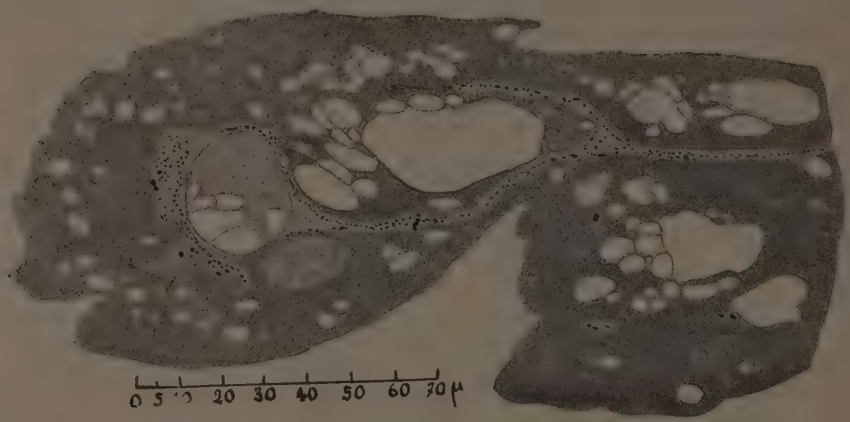


Fig. 27. — Portion de glande exuviale de la région postérieure d'un ver à soie en mue au moment de l'évacuation du contenu vacuolaire. — Formol salé, hématoxyline.

Fig. 28. — Glande exuviale de la région abdominale d'un ver à soie après la sortie de la quatrième mue. — Formol salé, Kull.

action chez différentes espèces de chenilles, en particulier celles de *Sphinx ligustri*, *Smerinthus ocellata*, *Antheraea yamamai*, ne sont pas particulièrement démonstratives; ayant injecté du sang de chenille en mue dans la cavité générale de chenilles de même espèce sorties de mue depuis deux jours, il a constaté que la mue suivante commençait généralement plus tôt chez ces chenilles que chez les témoins ou celles inoculées avec sang de chenilles en activité normale. Cependant Schürfeld n'a pu confirmer ces résultats

chez les chenilles de *Smerinthus ocellata*, *Deilephila elpenor*, *Sphinx ligustri* et il conclut à l'absence de toute hormone dans le sang.

Les glandes exuviales des régions thoracique et abdominale antérieure ne présentent pas de modifications aussi caractéristiques que celles de la région postérieure : on ne constate pas, comme dans ces dernières, la fusion des vacuoles voisines et la formation d'énormes vacuoles remplies de sécrétion. Le rôle fonctionnel de ces glandes n'est donc pas le même que celui des autres glandes.

Après la sortie de la mue, l'activité des glandes exuviales cesse complètement et leur volume diminue considérablement. La surface devient plus ou moins échancrée et les hernies cytoplasmiques se rétractent; le noyau perd alors son aspect filiforme et ramifié et son épaisseur augmente considérablement; le nombre des vacuoles diminue ainsi que leur volume. Les grains fuchsinophiles envacuolés de la grande cellule du canal excréteur disparaissent en même temps que le chondriome reprend son aspect normal.

Le tissu adipeux.

Le rôle du tissu adipeux, comme le dit P. Marchal, est surtout important pendant la mue et la métamorphose en raison des réserves abondantes qui s'y accumulent pendant la vie active de l'Insecte. L'étude histophysiologique du tissu adipeux pendant la mue a déjà fait l'objet d'un travail publié en 1928 en collaboration avec R. Noël. Je ne reviendrai pas en détail sur l'historique de cette question qui a été traitée dans ce mémoire ainsi que dans celui de Tahir, publié en 1929.

Nos recherches avaient abouti à un certain nombre de conclusions dont la principale concerne l'origine des plastes albuminoïdes qui apparaissent en grand nombre dans le cytoplasme des cellules adipeuses dès le début de la mue. Nous avions montré que ces plastes, caractérisés par leur affinité pour la fuchsine acide, ont pour origine les chondriocontes. L'examen cytologique des cellules adipeuses au début de la mue montre en effet qu'il existe de nombreuses formes de passage caractéristiques de la phase ascendante du cycle évolutif sécrétoire : massues, raquettes, grains à queue et grains à coque. Le processus est analogue à celui décrit par Noël dans la cellule hépatique des Mammifères. Après la mue, le chondriome se reconstitue à mesure que disparaissent les enclaves albuminoïdes.

Tahir a étudié plus spécialement la graisse et les lipoïdes pendant la mue; il a montré que la quantité de graisse diminue notablement au cours de la mue, surtout dans la région périnucléaire. Par contre, les lipoïdes ne subissent que peu de modifications. Le glycogène est très abondant au début de la mue et se présente sous l'aspect de masses allongées accumulées surtout à la périphérie. P. de Boissezon étudiant le glycogène dans le tissu adipeux de *Culex pipiens* et *Theobaldia annulata* a montré au contraire que ce corps imprègne le cytoplasme dans son ensemble ainsi que les enclaves cytoplasmiques. Au cours de la mue, chez le Ver à soie, le glycogène, d'après Tahir, diminue puis disparaît après formation de la nouvelle cuticule chitineuse. Nous avons vu antérieurement que cet auteur attribuait une relation de cause à effet entre la disparition du glycogène des cellules adipeuses et l'élaboration de la cuticule. Il existe, selon cet auteur, « une relation certaine entre le glycogène et la sécrétion de chitine dont la composition est similaire de celle du glycogène sans toutefois qu'on puisse prouver le mécanisme de cette réaction ».

Les nouvelles recherches que j'ai entreprises depuis quelques années, sur l'histophysiologie normale du Ver à soie, ont abouti à des résultats qui modifient très nota-

blement mes premières conclusions ainsi que celles de Tahir. Le début des processus de la mue est marqué par la formation de nombreux petits nucléoles fuchsinophiles aux dépens des grains chromatiniens qui perdent leur basophilie et deviennent franchement fuchsinophiles. Ces grains fuchsinophiles ont tendance à se grouper en masses muriformes ou en files linéaires plus ou moins contournées (fig. 29). A ce stade, le chondriome est normal et se présente généralement sous l'aspect de chondriocontes assez allongés dispersés dans toute la masse cytoplasmique, principalement dans la couche périnucléaire.

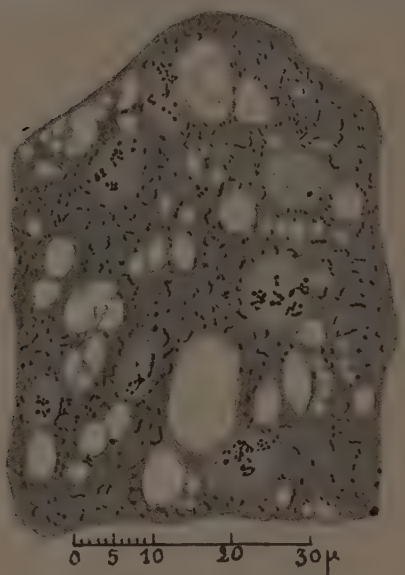


Fig. 29. — Tissu adipeux de ver à soie de quatrième âge au début de la mue. — Formation de nucléoles. — Formol salé, Kull.

A un stade plus avancé de la mue, les chondriocontes allongés tendent à disparaître et sont remplacés par des formes modifiées et des grains qui s'accumulent autour du noyau (fig. 31). Les nucléoles, assez volumineux et de forme arrondie, ont tendance à émigrer vers la périphérie du noyau ; ils s'applatissent contre la surface et s'y présentent sous la forme de fuseaux renflés ; un certain nombre d'entre eux peuvent être observés à moitié engagés dans la couche cytoplasmique environnante. On constate d'autre part que le nombre des inclusions cytoplasmiques fuchsinophiles croît à mesure que celui

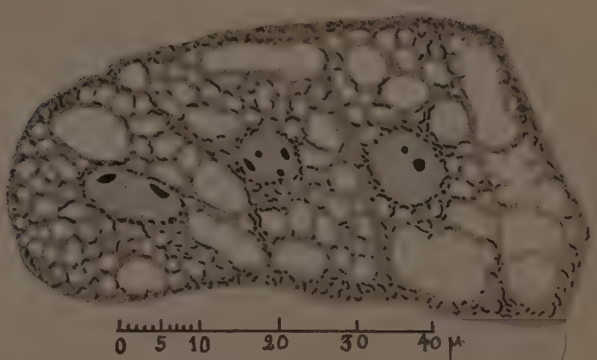


Fig. 30. — Cellules adipeuses de ver à soie de quatrième âge au début de la mue. — Formol salé, Kull.

des nucléoles diminue. Le noyau participe donc directement à l'élaboration des plastes albuminoïdes intracellulaires. On peut se demander si cette élaboration doit être assimilée à une sécrétion intervenant directement dans le phénomène de la mue ou si l'on a affaire à un processus d'excrétion ou d'épuration nucléaire analogue à celui qui

se produit au niveau de l'hypoderme. Deux sortes de plastes impossibles à distinguer par les méthodes cytologiques ordinaires existent donc dans les cellules ordinaires : les unes d'origine mitochondriale; les autres d'origine nucléaire. Hufnagel, dans son travail consacré à l'étude de la métamorphose chez *Hyponomeuta padella*, a observé chez les larves au repos et les nymphes jeunes un processus qui présente de grandes analogies avec le processus d'expulsion nucléolaire qui vient d'être décrit. Voici l'interprétation qu'en donne l'auteur : « A un certain moment, il se forme au sein du noyau une ou

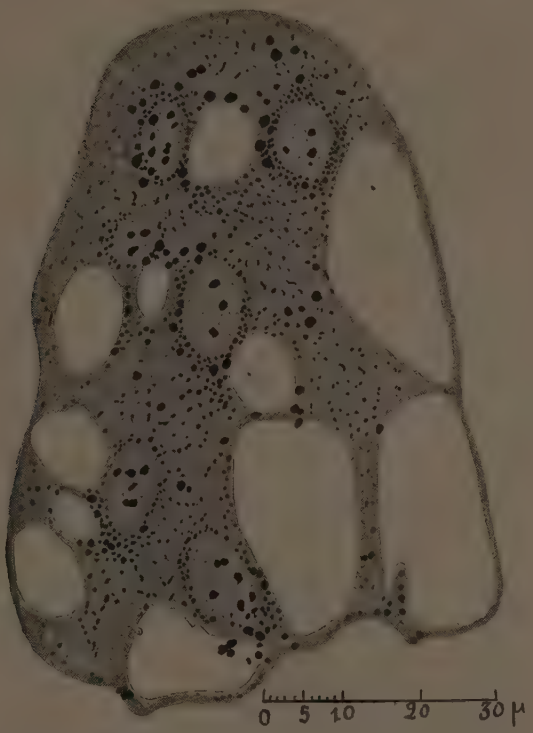


Fig. 31. — Tissu adipeux de ver à soie du quatrième âge à un stade plus avancé que celui représenté à la figure précédente. — Formol salé, Kull.

plusieurs granulations plus grandes que les autres et qui semblent être dues à la réunion de plusieurs d'entre elles. A l'intérieur de ces formations, on voit parfois des taches claires qui doivent être regardées comme provenant de la fusion incomplète d'anciennes petites granulations. Les boules gagnent la périphérie du noyau, puis sont expulsées dans le cytoplasme. » Par la suite, les boules passeraient dans la cavité générale et seraient phagocytées par les amibocytes. Hufnagel admet cependant comme possible la digestion des boules à l'intérieur de la cellule adipeuse elle-même. Quoi qu'il en soit, les boules chromatophiles sont effectivement considérées par l'auteur comme des produits de dégénérescence et leur formation constitue un véritable phénomène d'épuration nucléaire essentiellement différent de celui décrit par Hollande en 1914 chez les chenilles de *Vanessa io* et *V. urticae*.

On peut rapprocher aussi mes observations propres de celles faites par P. de Boissezon chez les larves de *Culex pipiens* et de *Theobaldia annulata* : « Au cours de la vie de l'insecte et de la période larvaire, dit cet auteur, le noyau du trophocyte sécrète des granulations réfringentes de nature purique qui s'accumulent dans les cellules du tissu adipeux périphérique. » On peut toutefois se demander si les granulations de nature purique observées dans les cellules adipeuses pendant toute la vie larvaire correspondent bien aux enclaves de protéine émigrées du noyau pendant la métamorphose du Ver à soie.

Fig. 3a. — Émigration nucléolaire dans le tissu adipeux d'un ver à soie de quatrième âge en mue. — Formol salé, Kull.

Il y a néanmoins, entre les deux ordres de phénomènes, une similitude qui mérite d'être signalée.

En dehors des plastes, les cellules adipeuses renferment en abondance du glycogène, de la graisse et des lipoïdes. Au début de la mue, le glycogène, très abondant, se présente sous forme de grosses gouttelettes de forme très variable; par la suite, les masses se fragmentent; mais à aucun moment on ne constate la disparition complète du glycogène ainsi que l'affirme Tahir. Au cours de la mue, on observe une multiplication très active des cellules; le glycogène joue vraisemblablement un rôle important dans cette multiplication cellulaire; dans les cellules en voie de division, on peut observer en effet

le glycogène sous forme de fuseaux allongés à l'intérieur du fuseau achromatique. On peut signaler à ce sujet qu'un auteur polonais, Kurkiewicz, a mis en évidence le glycogène dans les noyaux, en voie de mitose, des cellules embryonnaires d'Axolotl et de *Ciona intestinalis*, ce qui semblerait démontrer le rôle joué par ce corps dans la multiplication cellulaire. « La fonction glycogénique, conclut-il, est beaucoup plus générale qu'on ne le pense; elle est propre aux cellules qui ont atteint le plus haut degré des

Fig. 33. — Mitoses dans le tissu adipeux d'un ver à soie du quatrième âge en mue. Formol salé, Kull.

possibilités créatrices et ne doit pas être considérée comme la manifestation d'un état pathologique. »

Comment se forme le glycogène? On admet généralement qu'il dérive des graisses, abondantes dans les cellules adipeuses surtout au début de la mue. Une autre opinion a été soutenue par L. Pardi dont les études ont été faites sur les larves d'un Hyménoptère vespidae : *Polistes gallicus*. Cet auteur ayant mis en évidence, dans les inclusions de nature protéique qui se forment à l'intérieur de la couche cytoplasmique au moment de l'operculation, des grains de glycogène de plus en plus nombreux, en conclut que cette sub-

stance tire son origine de la protéine. Six à sept jours après le début de l'operculation, le glycogène disparaît en grande partie des enclaves et se retrouve dans les trabécules cytoplasmiques. L'hypothèse de Pardi serait confirmée, d'après lui, par les recherches

Fig. 34. — Glycogène dans le tissu adipeux d'un ver à soie au début de la quatrième mue. Carmin de Best.

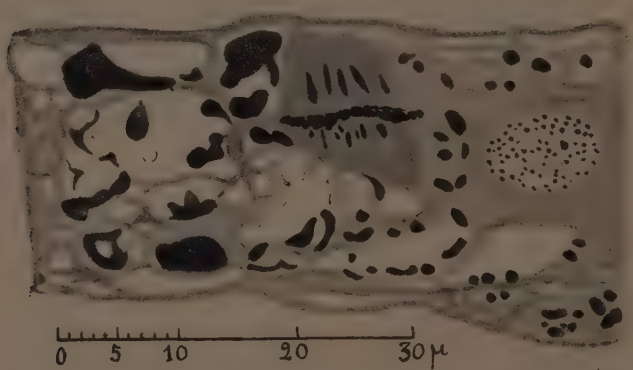


Fig. 35. — Glycogène dans une cellule adipeuse en voie de division chez un ver à soie en mue. — Carmin de Best.

de Weinland sur les larves de *Calliphora*. Cet auteur a montré en effet, par l'analyse chimique quantitative, que l'origine des hydrates de carbone du corps des larves doit être cherchée vraisemblablement dans l'albumine; il constatait par exemple qu'en

ajoutant au produit de broyage des larves, de la peptone, il y a formation d'acides gras insolubles, formation attribuée à l'action de diastases larvaires. D'après Thomas (Manuel de biochimie), la formation de glycogène et de glucose à partir des substances protéiques « admise par Cl. Bernard, a été niée plus tard par Pflüger et de nouveau admise à la suite d'expériences convaincantes. Des animaux dont on a diminué les réserves de glycogène par divers moyens étant soumis à un régime uniquement protéique, on constate la néo-formation du glycogène en grande quantité même lorsque l'aliment est la caséine qui ne contient aucun reste saccharinique. Il reste à savoir si tous les amino-acides coopèrent à cette synthèse. » Smolin a décelé enfin la présence du méthylglyoxal considéré comme produit intermédiaire du métabolisme des glucides, dans le corps des Vers à soie. Pardi fait observer toutefois que le méthylglyoxal ou acide pyruvique peut représenter un produit de dégradation des glucides aussi bien qu'un produit intermédiaire de la transformation des protéines en glucides.

Dans le cas particulier du Ver à soie en mue, l'hypothèse de Pardi ne peut être confirmée par les méthodes histologiques. L'apparition des enclaves de nature protéique est

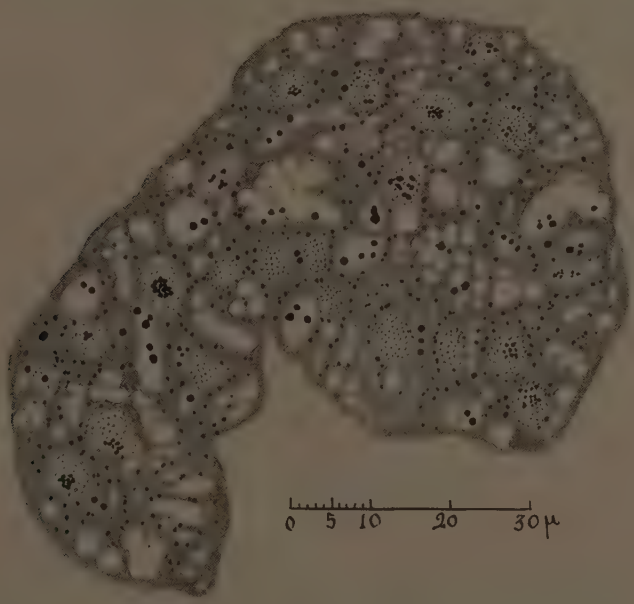


Fig. 36. — Régénération des nucléoles dans le tissu adipeux d'un ver à soie à la fin de la quatrième mue. — Formol salé, Kull.

d'ailleurs postérieure à la formation massive du glycogène. Le glycogène semble dériver plutôt des graisses dont les cellules adipeuses sont très riches au début de la mue. La graisse elle-même, d'après J. Timon-David, tire son origine de trois sources différentes : des graisses alimentaires, des protides et des glucides. La proportion de graisse dans les feuilles de mûrier est assez faible : elle ne dépasse guère 5 p. 100 du poids de matière sèche. Les feuilles sont beaucoup plus riches en protéine et en hydrate de carbone. La synthèse des acides gras à partir des hydrates de carbone peut se produire, selon ce même auteur, de la manière suivante : l'acétaldéhyde $\left(CH^3-\overset{H}{\underset{O}{\diagdown\!\!\diagup}}\right)$ qui se forme aux dé-

pens des produits de dégradation des glucides et des protides peut donner des acides gras par aldolisation ou par crotonisation.

A la fin de la mue, on assiste à une reconstitution des nucléoles à partir des grains chromatiniens selon le processus exposé précédemment : un certain nombre d'entre eux deviennent acidophiles et tendent à fusionner par petits groupes qui prennent progressivement la forme et l'aspect des nucléoles. Les figures sont particulièrement démonstra-

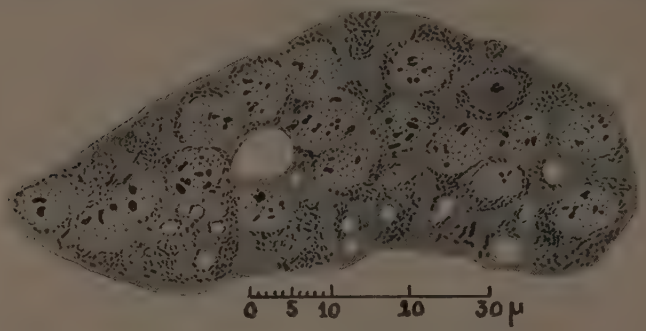


Fig. 37. — Tissu adipeux de ver à soie après la sortie de la quatrième mue. Formol salé, Ku'l.

tives après fixation par le formol salé suivi de post-chromisation et de coloration des coupes selon la méthode de Kull. Les processus qui se déroulent dans les cellules adipeuses présentent de grandes analogies avec ceux qui ont été décrits par Noël et par moi dans les cellules des glandes séricigènes au cours de l'élaboration de la soie. On peut les rapprocher également de ceux décrits par P. Grassé et L. Lesperon dans les cellules glandulaires d'une larve de Coléoptère termitophile (*Troctontus silvestrii*). La régénération des nucléoles aux dépens de la substance chromatinienne constitue donc un phénomène très général. Les plastes albuminoïdes ne disparaissent des cellules adipeuses qu'après le rejet de la vieille cuticule.

Les cellules péricardiales.

Une étude très complète de ces éléments a été faite par Ch. Hollande, en 1922, qui tire les conclusions suivantes des recherches faites antérieurement à son travail : « Les cellules péricardiales des Insectes ont été considérées, avant les travaux de Kowalewsky, tour à tour comme des cellules nerveuses, des cellules de soutien ou de renforcement du cœur, puis comme des éléments glandulaires (glandes sanguines, organes hématopoïétiques) ; enfin ne tenant plus compte que d'une seule de leurs propriétés, très manifeste il est vrai et aisée à mettre en évidence, l'absorption de matières colorantes et plus particulièrement de carminate d'ammoniaque, les auteurs ont fait des cellules péricardiales, à tort ou à raison, des cellules excrétrices (reins acides, néphrocytes, reins d'accumulation, reins de transformation). »

De ses recherches propres, Hollande tire les conclusions suivantes : « La cellule péricardiale est *une cellule glandulaire close à sécrétion mérocrine*. Les produits de sécrétion s'élaborent dans les fines vacuoles périphériques qui présentent souvent dans leur centre un grain de ségrégation ; les produits sécrétés ont une réaction acide au tournesol.

Au fur et à mesure de leur élaboration, ils viennent se collecter au centre de la cellule et former ainsi les « vacuoles centrales » souvent volumineuses que l'on y observe. » C'est donc à tort que l'on a comparé le tissu péricardial à certains organes d'excrétion, en particulier, au rein des Vertébrés. D'après Hollande, l'homologie avec le foie serait beaucoup plus juste.

J'ai publié en 1929, en collaboration avec R. Noël, une étude sur la cytologie du tissu péricardial pendant la vie larvaire en dehors de la mue et pendant la mue. Nous avons montré que, au début de la période de mue, les cellules péricardiales se présentent sous l'aspect de grands éléments à noyau formé de fines mottes chromatiniennes et de nucléoles fuchsinophiles en nombre variable, à chondriome abondant formé : soit de filaments longs et grêles, soit de courts bâtonnets trapus. De petites granulations fuchsinophiles sont assez abondantes et représentent : soit des mitochondries, soit des chondriocontes coupés en travers.

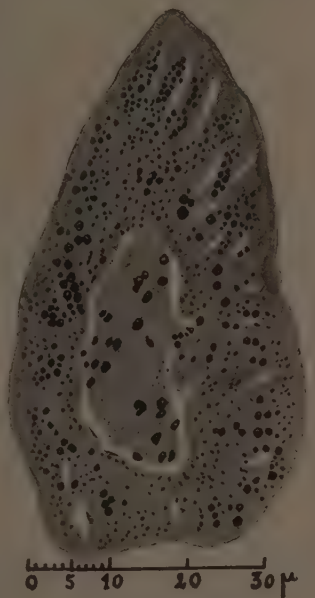


Fig. 38. — Cellule péricardiale de ver à soie au début de la quatrième mue. — Émigration nucléolaire. — Formol salé, Kull.

A un stade très précoce de la mue, des inclusions fuchsinophiles apparaissent dans la couche cytoplasmique; leur nombre et leurs dimensions croissent assez rapidement et bientôt la cellule apparaît littéralement bourrée de sphérules fortement fuchsinophiles, de forme assez régulièrement arrondie. Tout semble donc se passer comme dans les cellules adipeuses avec cette différence toutefois que le nombre des inclusions est beaucoup plus important que dans ces derniers éléments. Le chondriome perd complètement son aspect filamenteux; le nombre des grains diminue d'autre part considérablement : il est donc permis de supposer qu'un grand nombre d'inclusions se forment à partir des grains mitochondriaux. Mais d'autres inclusions doivent avoir une origine différente et être représentées par des nucléoles émigrés du noyau. Dans la figure 38 qui représente une cellule péricardiale du Ver à soie à la fin du quatrième âge, on peut constater très nettement l'émigration des nucléoles et leur passage, d'abord dans la zone périnucléaire, puis dans la couche cytoplasmique. Comme dans les cellules adipeuses, il semble donc exister des enclaves de deux origines différentes : l'une nucléaire, l'autre cytoplasmique.

Les enclaves les plus grosses sont concentrées dans la région cytoplasmique périnucléaire; la région périphérique de la cellule renferme surtout des grains mitochondriaux. Des vacuoles allongées en nombre plus ou moins grand se rencontrent également dans cette région, mais je n'ai pas constaté la présence des « cônes périphériques d'absorption » décrits par Hollande. De même, je n'ai pas observé la présence d'une grosse vacuole centrale comme celle mentionnée par cet auteur, tout au moins après fixation convenable des pièces et emploi des fixateurs mitochondriaux (formol salé, principalement). L'emploi de fixateurs énergiques comme le Duboscq-Brasil détermine souvent une contraction du noyau qui devient plus ou moins linéaire et l'apparition d'une grosse vacuole bordant celui-ci; mais il s'agit là d'un artefact. Selon l'hypothèse

envisagée par Noël et par moi, les cônes périphériques d'absorption, s'ils existent réellement, ce qui ne paraît nullement démontré, pourraient être dus à des zones de fluidité différente du protoplasme et être en rapport avec certains stades fonctionnels de la

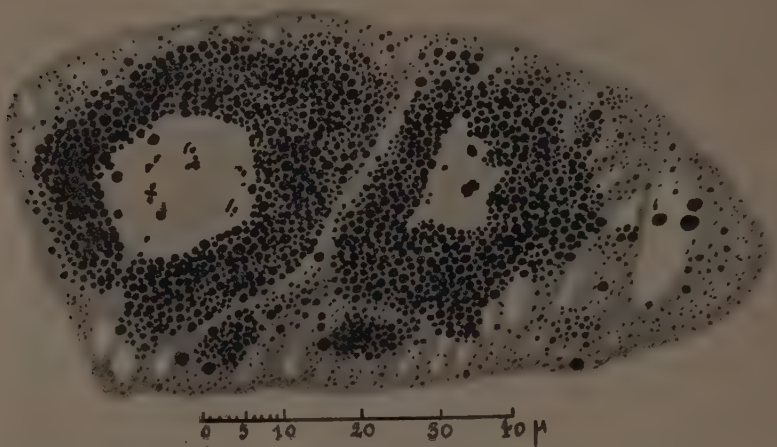


Fig. 39. — Cellules péricardiales de ver à soie de quatrième âge en mue. Formol salé, Kull.

cellule. Il y aurait là quelque chose d'analogue aux cuticules striées fréquemment rencontrées et qui, selon toute vraisemblance, ne sont que l'expression morphologique de courants provoqués par l'absorption ou l'excrétion de certains produits élaborés par les cellules, ou absorbés par elles.

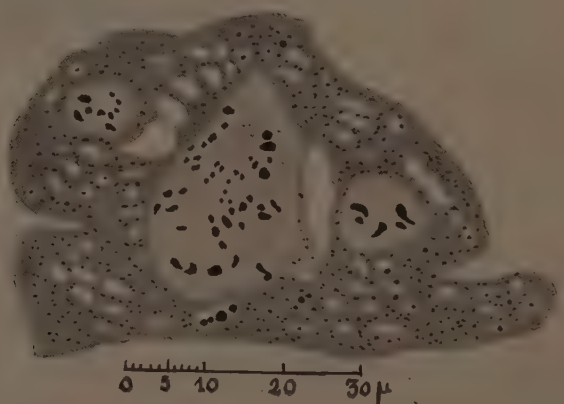


Fig. 40. — Cellules péricardiales de ver à soie après la sortie de la quatrième mue. Formol salé, Kull.

La présence de glycogène dans les cellules péricardiales a été signalée par différents auteurs : par Hollande notamment chez un grand nombre d'Insectes et par Bogojalewsky chez le Ver à soie. De mes recherches propres, il résulte que le glycogène se rencontre effectivement dans les cellules péricardiales, surtout pendant la mue, mais

jamais en grande abondance; il se présente sous forme d'enclaves d'assez faible dimension, éparses dans la couche cytoplasmique.

Après la mue, ou plus exactement, après l'expulsion de la vieille cuticule, les enclaves fuchsinophiles sont encore nombreuses dans les cellules péricardiales; ce n'est qu'après plusieurs heures qu'elles disparaissent, d'abord de la zone externe, puis de la zone périnucléaire. Dans la figure qui représente des cellules péricardiales d'un ver sacrifié trois heures environ après l'expulsion de la cuticule, on n'observe plus que de rares inclusions fuchsinophiles dont un certain nombre sont envacuolées. Les vacuoles sont relativement nombreuses, mais orientées différemment de celles que l'on observe dans les cellules des vers moins avancés dans la mue. Le chondriome, non reconstitué entièrement, se présente généralement sous la forme granuleuse.

Du fonctionnement des cellules péricardiales pendant la mue, il n'est guère possible de tirer une conclusion définitive sur le rôle de ces éléments dans l'économie du Ver à soie. A s'en tenir aux résultats de l'examen cytologique après application des méthodes mitochondriales, il semble que les cellules péricardiales sont à rapprocher des cellules adipeuses avec cette différence, toutefois, que les inclusions cytoplasmiques apparaissent beaucoup plus tôt et sont beaucoup plus nombreuses que dans ces derniers éléments; d'autre part, l'absence de graisse et de glycogène pendant la plus grande partie de la vie larvaire, fait du tissu péricardial un organe essentiellement différent du corps adipeux. Tout permet de supposer qu'il fonctionne plutôt comme organe excréteur que comme glande à sécrétion interne. On sait qu'il possède comme le saccule des Crustacés et les glomérules de Malpighi des Vertébrés, la propriété de fixer certaines substances colorantes acides (carminate d'ammoniaque). Mais il accumule également des réserves albuminoïdes qui sont utilisées surtout après la mue.

Tube intestinal.

Le tube intestinal comprend trois parties principales : l'intestin antérieur formé lui-même de la cavité buccale, du pharynx, de l'œsophage et de la valvule antérieure ou valvule cardiaque; l'intestin moyen qui, histologiquement et fonctionnellement, comprend le méso-intestin antérieur, formé de hautes cellules de type cylindrique; le méso-intestin moyen formé de cellules analogues aux cellules caliciformes des Vertébrés alternant avec des cellules de type cylindrique; le méso-intestin postérieur formé de cellules peu différentes de celles de la région précédente, sauf dans la partie terminale où les cellules sont uniquement du type cylindrique comme dans le méso-intestin antérieur; l'intestin postérieur composé de trois parties qui sont : l'intestin grêle dont l'entrée est fermée en partie par un repli formant valvule, la valvule postérieure ou valvule anale; la région absorbante constituée par de courts coecums, enfin le rectum. Le phénomène de la mue au niveau de l'intestin antérieur et de l'intestin postérieur a déjà été décrit antérieurement; ces deux régions en effet, d'origine ectodermique, présentent plus d'affinité avec les tissus épidermiques qu'avec l'intestin moyen dont l'origine embryonnaire est mésodermique.

Le renouvellement de la paroi épithéliale de l'intestin moyen au cours de la mue, a été observé depuis longtemps; chez le Ver à soie, le phénomène a été décrit pour la première fois par Verson qui mit en évidence le rôle des cellules basales de remplacement. Ces cellules sont de petits éléments de type embryonnaire groupés par nids dans la région basale de l'épithélium. Tahir qui a fait une étude assez complète de la régénération de l'épithélium intestinal, distingue trois phases : « 1° Multiplication des cellules

de remplacement et commencement de la desquamation des cellules épithéliales; 2° Développement des cellules de remplacement, destruction des vieilles cellules épithéliales; 3° Remplacement des cellules épithéliales par des cellules de remplacement. » La première phase se produit dès la sixième heure et le processus est terminé avant l'expulsion de la vieille cuticule.

D'après Verson, les cellules épithéliales sont intégralement détruites à chaque mue; l'épithélium intestinal est reconstitué en entier par les cellules basales de remplacement. Tahir confirme les conclusions de Verson et admet que « les cellules de remplacement se substituent complètement aux cellules épithéliales ». Après cette phase de régénération « le protoplasme apical commence à se vacuoliser en même temps qu'on assiste à la dégénérescence de son chondriome ». Par contre, la thèse de Verson a été infirmée par Hufnagel chez les chenilles d'*Hyponomeuta padella et Gracilaria syringella.*

De mes observations propres, il résulte que la destruction de la paroi épithéliale est loin d'être aussi complète que l'affirment Verson et Tahir. Au niveau du méso-intestin

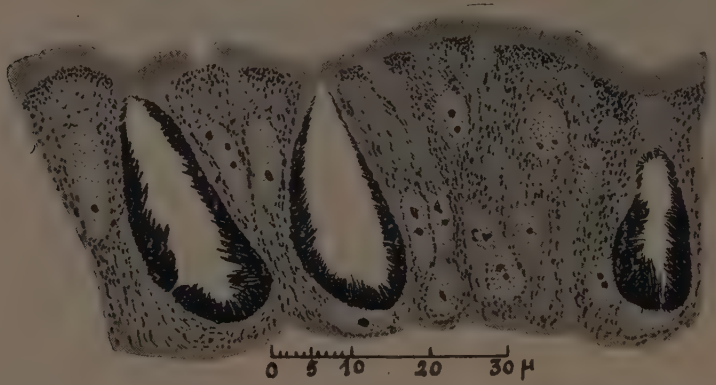


Fig. 41. — Coupe longitudinale à travers le méso-intestin moyen d'un ver à soie de quatrième âge vers la fin de la mue. — Accumulation de grains mitochondriaux sous le plateau cellulaire. — Formol salé, Kull.

moyen, la destruction cellulaire ne paraît même pas plus intense pendant la mue que pendant les périodes actives de la vie larvaire; au niveau du méso-intestin antérieur et du méso-intestin postérieur par contre, la destruction cellulaire doit être assez active. On observe effectivement que les cellules de remplacement s'insinuent en grand nombre entre les vieilles cellules de la paroi, mais on ne constate pas que celles-ci perdent toutes leur activité fonctionnelle et sont expulsées dans la lumière. Les processus les plus caractéristiques se déroulent au niveau du méso-intestin moyen pendant les derniers stades de la mue, alors que la nouvelle cuticule épidermique, trachéale et intestinale (intestins antérieur et postérieur) est déjà reconstituée.

A partir de ce moment, la membrane péritrophique est évacuée progressivement vers la partie postérieure. Le plateau cellulaire apparaît très déchiqueté ou vacuolaire; dans le méso-intestin antérieur et le méso-intestin moyen, des lambeaux membraneux se détachent du plateau et sont constitués par la paroi externe des vacuoles. Ainsi s'explique la présence, dans la lumière intestinale des vers en mue, de très nombreux replis membraneux dont le volume total dépasse de beaucoup celui de la membrane péritrophique normale. L'épaisseur des lambeaux membraneux détachés du plateau est souvent consi-

dérablement augmentée par la substance cytoplasmique expulsée des cellules épithéliales. L'évacuation de la membrane péritrophique est donc accompagnée d'une importante décharge cytoplasmique. Les caractères cytologiques de la paroi épithéliale changent notablement au cours de ce stade : on constate en particulier que le chondriome se présente généralement sous la forme de grains dans la région distale des cellules ; ces

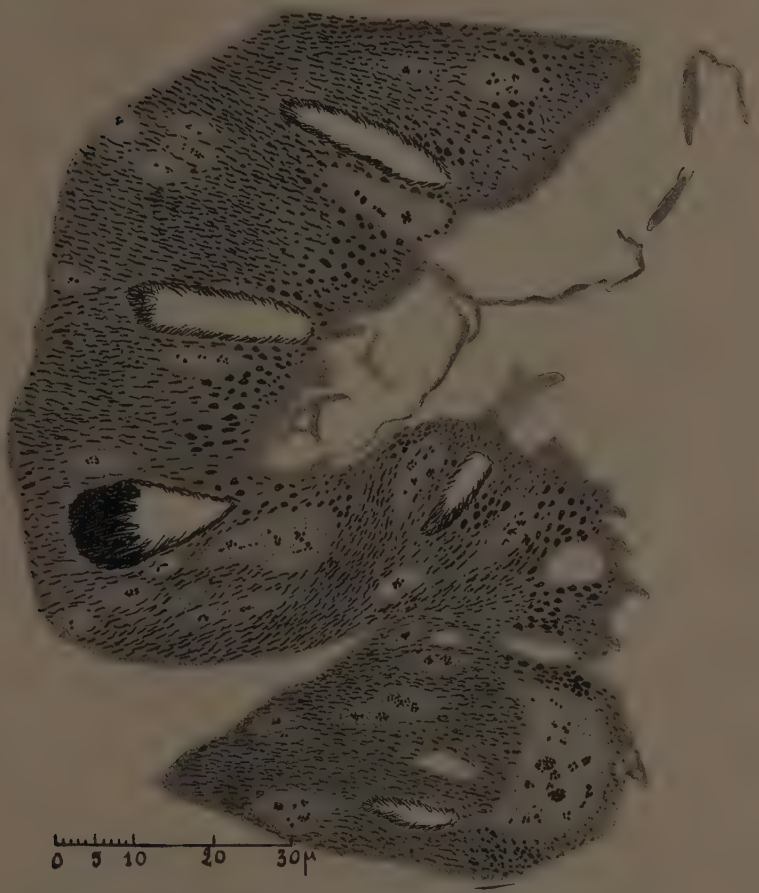


Fig. 42. — Élimination de lambeaux cytoplasmiques dans le méso-intestin moyen d'un ver à soie de quatrième âge en mue. — Formol salé, Kull.

grains s'accumulent d'autre part vers la base du plateau cellulaire où ils forment une couche assez dense. Une partie du chondriome peut être évacuée avec le cytoplasme dans la lumière intestinale.

A un stade plus avancé de la mue, le chondriome prend la forme de fuseaux plus ou moins renflés et de plastes, principalement dans la région apicale et même dans la région nucléaire. La transformation du chondriome n'est pas simultanée sur toute la longueur de la paroi épithéliale, mais commence d'abord dans la partie antérieure pour se continuer petit à petit vers la région postérieure. Pendant cette transformation, la desqua-

mation du plateau se poursuit en même temps que la substance cytoplasmique continue d'être expulsée. Le noyau des cellules épithéliales est aussi le siège de modifications importantes : comme dans beaucoup d'autres cellules de l'organisme, un nombre plus ou moins grand de grains chromatiniens deviennent fuchsinophiles et se groupent par petits amas muriformes ou courtes chaînes moniliformes qui fusionnent ensuite pour donner naissance à de nouveaux nucléoles. Je n'ai pas observé, comme Hufnagel

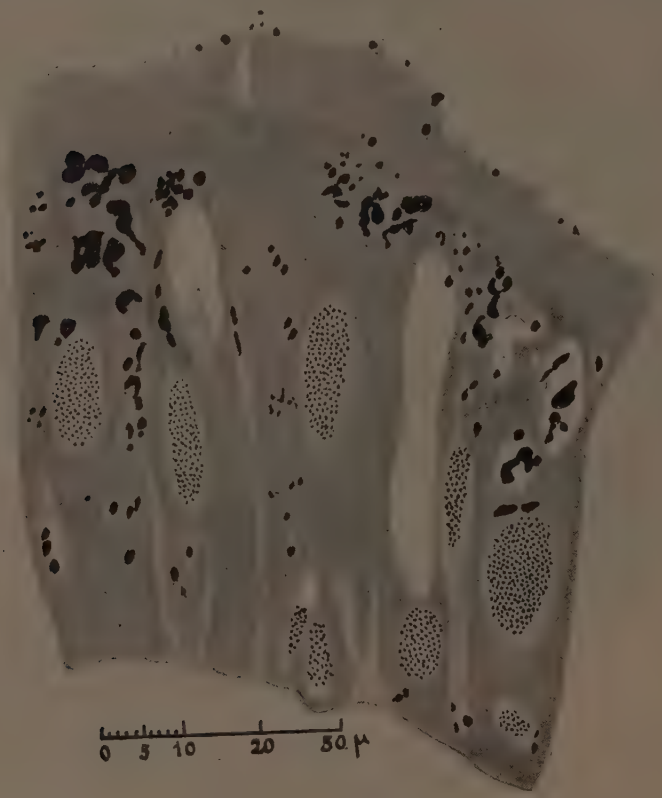


Fig. 43. — Glycogène dans le méso-intestin postérieur d'un ver à soie de quatrième âge en mue. — Formol salé, Kull.

chez les chenilles d'Hyponomeutes en voie de métamorphose, d'épuration nucléaire par expulsion de grains chromatiniens dans la couche cytoplasmique.

La reconstitution de la membrane péritrophique a fait l'objet de nombreuses recherches chez différentes espèces d'insectes ; parmi les travaux récents, l'un des plus importants est celui de M. Dehn ; on trouvera dans ce travail une bibliographie très complète de la question jusqu'en 1933. D'après l'auteur, les opinions les plus diverses ont été émises au sujet de l'origine de la membrane péritrophique : un certain nombre d'auteurs, notamment Cuénot, Wigglesworth, Chatton, Van Gehuchten, considèrent la membrane comme une sécrétion des cellules terminales du méso-intestin antérieur. Wigglesworth a étudié le mécanisme de la formation de la membrane chez *Anopheles plombeus* et a longuement décrit l'action de presse ou de laminoir exercée par la valvule cardiaque :

celle-ci, tirée en avant par la contraction du muscle longitudinal et appliquée fortement contre la paroi épithéliale, lamine la sécrétion; lorsque le muscle se relâche et que l'anneau chitineux revient en arrière, il entraîne avec lui, grâce aux petites épines qui recouvrent sa surface, la membrane nouvellement formée. Chez les larves de Lépidoptères, la valvule fonctionne également comme une presse.

D'autres auteurs admettent que la membrane est sécrétée par l'ensemble de la paroi épithéliale de l'intestin moyen : c'est notamment l'opinion de Verson pour les Vers à soie, de Trappmann pour l'Abeille, de M. Dehn, pour un grand nombre d'insectes appartenant aux espèces les plus diverses.

Tahir considère la nouvelle membrane péritrophique comme formée par le plateau lui-même qui se détacherait des cellules épithéliales après formation d'énormes vacuoles. Cette opinion a été combattue par M. Dehn qui considère la membrane comme une sécrétion des cellules épithéliales, sécrétion qui durcit à la surface même de la cellule, sous le plateau, et constitue ce que l'auteur appelle une «Grenzmembran». La nouvelle membrane est progressivement rejetée hors du plateau sous la pression du liquide exsudé à l'intérieur même de celui-ci et renfermé dans des vacuoles qui apparaissent entre la surface de la cellule et cette membrane. La bordure en brosse ne prend donc aucune part à la formation de celle-ci. Chez le Ver à soie, M. Dehn n'a pu réussir à mettre en évidence les premiers stades de la formation de la membrane, mais admet que le processus est le même que chez les autres Lépidoptères étudiés.

Comme cet auteur, j'ai constaté que la membrane péritrophique est élaborée par l'ensemble des cellules épithéliales de la paroi de l'intestin moyen à l'exception toutefois des cellules terminales du méso-intestin antérieur et du méso-intestin postérieur qui ne participent pas à cette élaboration. Le boyau constitué par la membrane est ainsi interrompu à l'avant et à l'arrière du tube intestinal moyen. Cette constatation avait déjà été faite par Verson : «Ainsi reste ouverte, disait cet auteur, une longue voie de communication entre la cavité antérieure du sac et la lacune annulaire périphérique.» Cette thèse fut combattue, il est vrai, par Nazari d'abord, qui affirma que la membrane péritrophique est une véritable cuticule accolée au plateau cellulaire et reliée directement aux cuticules des intestins antérieur et postérieur, puis par Vignon; d'après cet auteur cependant, la formation de la membrane péritrophique serait sensiblement différente de celle indiquée par Nazari; «l'aspect seul de la nappe chitineuse, dit-il, suffit à montrer qu'elle résulte d'une sécrétion liquide et que, à faible distance de l'épithélium, cette chitine se condense en vagues et replis divers».

En aucun cas, je n'ai observé la nouvelle membrane à l'intérieur du plateau cellulaire comme l'a constaté et représenté M. Dehn en étudiant les chenilles de *Vanessa urticae*, mais toujours en bordure du plateau. Ce stade ne commence qu'un certain temps après l'abandon de la vieille cuticule épidermique, en général, après le premier repas qui suit la fin de la mue. A ce moment, les fuseaux renflés et les plastes qui remplissaient jusqu'ici la moitié distale des cellules épithéliales sont beaucoup moins nombreux; on pourrait alors supposer qu'ils interviennent directement dans l'élaboration de la nouvelle membrane; cependant aucun fait précis ne peut être invoqué en faveur de cette intervention.

La membrane nouvellement détachée peut rester en certains points en liaison avec les cellules épithéliales; l'aspect de ces liaisons telles qu'on les observe surtout après coloration par la méthode de Kull, permet de préciser les processus qui aboutissent à la constitution de la membrane; l'une d'elles est représentée dans la figure 44, dessinée à la chambre claire d'après une coupe longitudinale de ver fixé après le premier repas

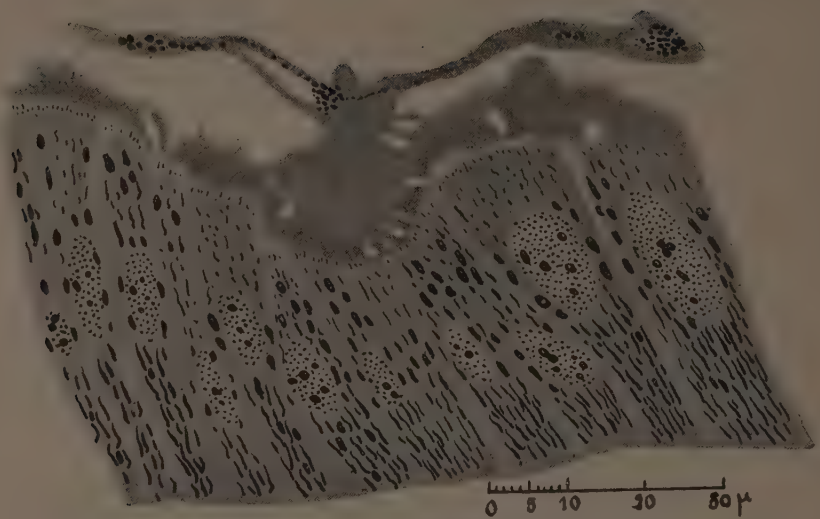


Fig. 44. — Régénération de la membrane péritrophique dans la partie postérieure du méso-intestin antérieur chez un ver à soie de quatrième âge après la sortie de la mue. Formol salé, Kull.

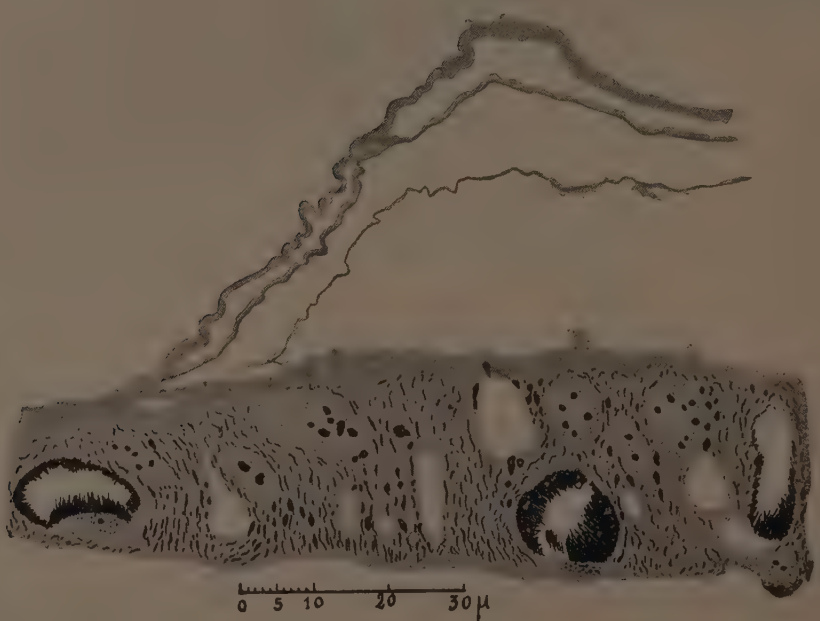


Fig. 45. — Formation en plusieurs temps de la membrane péritrophique au niveau du méso-intestin moyen chez un ver à soie après la sortie de la quatrième mue. Formol salé, Kull.

suivant la sortie de la quatrième mue. La nouvelle membrane à l'intérieur de laquelle on distingue des granulations fuchsinophiles d'origine mitochondriale, est reliée au plateau cellulaire par l'intermédiaire d'une substance sécrétée par les cellules épithéliales; les petites vacuoles visibles à l'intérieur du plateau montrent bien qu'il s'agit d'une sécrétion. La solidification de la substance sécrétée n'a donc pas lieu à la surface de la cellule comme l'affirme M. Dehn, mais bien à la surface du plateau ou même parfois, comme c'est le cas ici, à une certaine distance de ce dernier.

En certains points où la membrane est détachée du plateau, on peut observer la présence d'une nouvelle membrane très mince bordant extérieurement celui-ci; la membrane définitive apparaît ainsi formée par la juxtaposition de plusieurs membranes élémentaires prenant naissance successivement à la surface du plateau; ainsi s'explique la structure lamellaire qui apparaît très nettement en certains points sur les coupes transversales ou longitudinales du tube digestif. Chez d'autres insectes, en particulier chez les Abeilles et les Guêpes, il existe également plusieurs membranes élémentaires (sept à huit chez l'Abeille, quatre à cinq chez les Guêpes, d'après M. Dehn), mais celles-ci restent nettement séparées les unes des autres. La présence de grains d'origine mitochondriale à l'intérieur de la membrane montre que le protoplasme participe directement à la constitution de celle-ci.

Les faits qui viennent d'être décrits, permettent de tirer un certain nombre de conclusions nouvelles sur les caractères de la mue au niveau du tube digestif et spécialement sur les processus qui aboutissent à la formation de la membrane péritrophique.

1° La membrane se forme en plusieurs temps;

2° Elle a pour origine une sécrétion de nature spéciale qui se solidifie à la surface du plateau ou à une certaine distance de celui-ci. La desquamation du plateau cellulaire, interprétée par Tahir comme un phénomène de régénération de la membrane, est en réalité un processus de destruction;

3° Toutes les cellules de l'intestin moyen sauf les cellules terminales du méso-intestin antérieur et du méso-intestin postérieur participent à l'élaboration de la membrane qui est ainsi interrompue antérieurement et postérieurement, ce qui confirme la thèse défendue par Wigglesworth.

Les cellules sanguines.

Les cellules sanguines du Ver à soie ont fait l'objet d'une étude assez complète que j'ai publiée en 1928 en collaboration avec R. Noël. Aucun fait nouveau n'ayant été constaté depuis la publication de ce travail, je résumerai brièvement les principales observations concernant le comportement de ces éléments au cours de la mue :

Les trois types habituels de cellules : micronucléocytes, macronucléocytes, et oenocytoïdes se distinguent facilement les uns des autres par les dimensions du noyau et la structure du cytoplasme, vacuolaire le plus souvent chez les micronucléoytes, plus homogène et plus dense chez les macronucléocytes; le cytoplasme des oenocytoïdes est caractérisé par la présence d'une plage plus ou moins étendue éosinophile et fuchsinophile à l'intérieur de laquelle on met en évidence, après fixation par les méthodes mitochondriales, des granulations fuchsinophiles d'origine vraisemblablement mitochondriale.

Dès le début de la mue, des inclusions albuminoïdes plus ou moins volumineuses apparaissent dans les micronucléocytes. Contrairement à ce qui se passe dans les cellules adipeuses où une partie au moins des enclaves tire son origine des nucléoles expulsés du noyau, le chondriome seul participe à leur élaboration. Les macronucléocytes ne présentent que peu de modifications architecturales pendant la mue : le chondriome apparaît cependant plus condensé dans la région périnucléaire et forme une couronne continue tout autour du noyau. La structure des oenocytoïdes est également peu modifiée pendant la mue. Quelque temps après l'expulsion de la vieille cuticule épidermique, les enclaves des micronucléocytes diminuent petit à petit de grosseur et le chondriome reprend son aspect normal. En somme, les micronucléocytes semblent seuls jouer un rôle actif pendant la mue, ils se comportent comme les cellules adipeuses avec cette différence toutefois que leur noyau ne participe pas à l'élaboration des plastes intra-protoplasmiques et que le glycogène n'apparaît à aucun moment dans la couche cytoplasmique.

Considérations générales sur le phénomène de la mue.

De l'étude détaillée des processus cellulaires qui se déroulent dans l'organisme du Ver à soie pendant la mue, on peut tirer une première conclusion : c'est la très grande complexité de ces processus, mais en même temps, leur coordination parfaitement réglée. Esquissons tout d'abord à grands traits la marche de ces différents processus : les premières manifestations de la mue peuvent être observées au niveau des glandes exuviales; elles se produisent deux jours environ avant le commencement de la mue proprement dite; peu après, les oenocytes ou glandes hypostigmatiques passent de la phase de repos à la période d'activité fonctionnelle; puis apparaissent, dans les cellules péricardiales d'abord, les micronucléocytes ensuite, les enclaves fuchsinophiles. Lorsque le ver cesse de manger, l'épiderme se vacuolise et les enclaves fuchsinophiles apparaissent dans le tissu adipeux; la vieille cuticule se décolle ensuite de l'épiderme et du tissu ectodermique (trachées, épithélium des intestins postérieur et antérieur) pendant que de nouvelles inclusions albuminoïdes apparaissent dans le cytoplasme des cellules adipeuses. Ce n'est qu'au moment où la nouvelle cuticule est reconstituée que les modifications cellulaires et tissulaires prennent toute leur importance et leur signification au niveau du tube intestinal moyen : l'épuration cytoplasmique et nucléaire devient très apparente pendant que la membrane péritrophique est progressivement expulsée vers la partie postérieure du tube. La reconstitution de la nouvelle membrane, précédée d'une modification générale du chondriome dans la région apicale aboutissant à la formation de véritables plastes, commence après que le ver s'est débarrassé de la vieille cuticule épidermique. Pendant ce temps, les inclusions fuchsinophiles des cellules adipeuses, sanguines et péricardiales disparaissent petit à petit en même temps que les glandes exuviales et les oenocytes diminuent de grosseur et entrent à l'état quiescent. Le noyau de la plupart des cellules de l'organisme est le siège d'une active reconstitution des nucléoles aux dépens de la chromatine.

Le déterminisme de tous ces processus, dont l'ensemble caractérise la mue, a déjà fait l'objet de nombreuses discussions, mais on ne peut dire que nos connaissances ont fait de grands progrès dans ce domaine. Pour un grand nombre d'auteurs, c'est la pression croissante exercée par l'enveloppe chitineuse insuffisamment extensible qui constitue le facteur déterminant de la mue; pour d'autres au contraire, Buddenbrock notamment, la mue est indépendante de la croissance et il en donne pour preuve les

constatations faites au cours d'expériences de jeûne : quelle que soit la grosseur des chenilles soumises à des régimes alimentaires différents, celles-ci entrent en mue sensiblement au même moment. Buddenbrock distingue dans la mue les manifestations de l'instinct, sous la dépendance du système nerveux central, notamment l'arrêt de l'alimentation et l'attitude caractéristique que prennent les larves, des autres processus qui se déroulent au niveau des différents organes et dont beaucoup ne sont pas innervés, par exemple, les trachées. Selon son opinion, à défaut de l'influx nerveux, qui ne saurait être envisagé dans ces cas, l'énergie interne capable de déclencher les processus cellulaires et tissulaires de la mue, doit être cherchée dans l'action stimulante des hormones produites par les glandes à sécrétion interne. Comme le dit Buddenbrock, l'action des hormones, si elle a été contestée jusqu'ici chez les Insectes, est incontestable chez d'autres Invertébrés voisins, les Crustacés décapodes notamment. La castration parasitaire détermine en effet, chez un certain nombre d'entre eux, une modification complète des caractères sexuels secondaires par suppression des hormones sexuelles. Des expériences faites par Koller chez les chenilles de *Sphinx ligustri* démontrent l'action des sécrétions internes pendant la mue : ayant injecté dans la cavité générale de chenilles sorties de mue depuis peu de temps, du sang de chenilles en mue, il a constaté quelques heures après le déclenchement des processus de mue. Malheureusement, il n'a pas été possible de préciser la nature et l'origine des sécrétions qui possèdent cette propriété.

D'après Buddenbrock, l'action des hormones pendant la mue est comparable à celle des hormones sexuelles chez les Vertébrés ; les unes comme les autres agissent en modifiant profondément certains tissus et déclenchent des actes de nature instinctive ; dans un cas comme dans l'autre, il y a coordination de toutes ces manifestations biologiques.

Ce ne sont là malheureusement que des analogies ou des hypothèses, mais elles méritent néanmoins d'être retenues, car elles peuvent ouvrir la voie à de nouvelles recherches. Si le déterminisme de la mue nous apparaît dans ses grandes lignes, on ignore par contre les causes profondes. Le problème est surtout d'ordre physiologique et c'est dans cette voie que l'on doit s'orienter pour le résoudre bien plus que dans celle qui conduit plus spécialement à l'étude morphologique des cellules et des tissus.

BIBLIOGRAPHIE.

1930. Albro (H. T.). — A cytological study of the changes occuring in the oenocytes of *Galerucella nymphaea*, L. during the larval and pupal periode of development. (*Jl. of Morph.*, I, p. 527-552.)

1892. Bataillon (E.) et Couvreur (E.). — Fonction glycogénique chez le ver à soie pendant la métamorphose. (*C. R. Soc. Biol.*, XLIV, p. 669.)

1933. Bauer (H.). — Mikroskopisch-chemischer Nachweis von Glycogene und einigen anderen Polysacchariden. (*Zeit. f. mikr. Anat. Forsch.*, XXXIII.)

1906-1909. Berlese (A.). — Gli Insetti. Milano.

1930. Boissezon (P. de). — Le rôle du corps gras comme rein d'accumulation chez *Culex pipiens* L. et chez *Theobaldia annulata* M. (*C. R. Soc. Biol.*, CIII, p. 1233.)

1932. Boissezon (P. de). — Localisation du glycogène et du fer chez *Culex pipiens* L. (*C. R. Soc. Biol.*, CXI, p. 866.)

1935. Bogojawlensky (K. S.). — Die Morphologie der Kohlenhydratumsatzes bei der Seidenraupe. (*Zeitsch. f. Zellf. u. mikr. Anat.*, XXII, p. 207-212.)

1911. Bordas (L.). — L'appareil digestif et les tubes de Malpighi des larves de Lépidoptères. (*Ann. Sc. nat.*, 9e sér., XIV, p. 191-273.)

1930. Buddenbrock (W.). — Beitrag zur Histologie und Physiologie der Raupenhäutung mit besonderer Berücksichtigung der Versonschen Drüsen. (*Zeitsch. f. Morph. u. Oek. d. Tiere,* XVIII, p. 700-725.)

1931. Buddenbrock (W.). — Untersuchungen über die Häutungshormone der Schmetterlingsraupen II. (*Zeitsch. f. vergl. Physiol.,* XIV, p. 415-428.)

1895. Couvreur (E.). — Sur la transformation de la graisse en glycogène chez le ver à soie pendant la métamorphose. (*C. R. Soc. Biol.,* XLVII, p. 796.)

1928. Chevallard (G.). — Contribution à l'étude chimique du ver à soie (*Bombyx mori*). [*Thèse Doct. Univ. Lyon.*]

1935. Dehn (M. v.). — Untersuchungen über die Bildung der peritrophischen Membran bei den Insekten. (*Zeitsch. f. Zellf. u. mikr. Anat.,* XIX, p. 79-105.)

1924. Eidmann (H.). — Untersuchungen über Wachstum und Häutung der Insekten. (*Zeitsch. f. Morph. u. Oek. d. Tiere,* II, p. 567-610.)

1937. Gendre (H.). — A propos des procédés de fixation et de détection histologique du glycogène. (*Bull. Hist. Appl.,* XIV, p. 262-264.)

1938. Gendre (H.). — Le problème histochimique et histophysiologique du glycogène musculaire. (*Thèse Fac. méd. Lyon,* 100 p.)

1938. Grasse (P. P.) et Lesperon (L.). — Sur l'origine chromatinienne des nucléoles. (*C. R. Soc. Biol.,* CXXVII, p. 1225.)

1904. Henneguy (L. F.). — Les Insectes. (*Masson et Cie,* Paris.)

1914. Hollande (A. Ch.). — Les cérodécytes ou «oenocytes» des Insectes considérés au point de vue biochimique. (*Arch. Anat. Micr.,* XVI, p. 1-64.)

1914. Hollande (A. Ch.). — Formation endogène des cristalloïdes albuminoïdes et des urates des cellules adipeuses de *Vanessa io* L. et *urticae* L. (*Arch. Zool. exp.,* LIII, p. 559-578.)

1916. Hollande (A. Ch.). — Le rôle physiologique des cellules péricardiques des Insectes et leur coloration vitale par le carminate d'ammoniaque. (*Arch. Zool. exp.,* XV, *Notes et revues,* p. 67-74.)

1922. Hollande (A. Ch.). — La cellule péricardiale des Insectes. (*Arch. Anat. micr.,* XVIII, p. 85-307.)

1895. Holmgren (E.). — Studier öfver Hudens och de Körtelartade Hudorganens morfologi Hos Skandinavisk Makrolepidopterlarver. (*Kongl. Sven Vetenskaps Acad. Handl.,* XXVII, p. 4.)

1908. Klatt (B.). — Die Trichterwarzen der Liparidenraupen. (*Zool. Jahrb. Anat.,* XXVII, p. 135.)

1929. Koller (G.). — Die innere Sekretion bei Wirbellosen Tieren. (*Biol. Rev.,* IV, p. 269-306.)

1886-1887. Kowalevsky (A.). — Zum verhalten des Rückengefässes und guirlandenförmingen Zellengstrangs der Musciden während der Metamorphose. (*Biol. Centrbl.,* VI, p. 74-79.)

1889-1890. Kowalevsky (A.). — Ein Beitrag zur Kenntnis der Excretionsorgane. (*Biol. Centrbl.,* IX, p. 33-47, 65-76, 127-128.)

1922. Kreuscher (A.). — Der Fettkörper und die Oenocyten von *Dytiscus marginalis.* (*Zeitsch. f. wiss. Zool.,* CXIX, p. 247-284.)

1925. Kremer (J.). — Die Oenocyten der Coleopteren. (*Zeitsch. f. mikr. anat. Forsch.,* II, p. 536.)

1930. Kurkiewicz (T.). — Sur la fonction glycogénique du noyau cellulaire. (*C. R. Soc. Biol.,* CIV, p. 616.)

1925. Lazarenko (T.). — Die morphologische Bedeutung der Blut und Bindegewebeelemente der Insekten. (*Zeitsch. f. mikr. Anat. Forsch.,* III, p. 409-499.)

1903. Maignon (J.). — La production du glucose sous l'influence de la vie asphyxique par les tissus du *Bombyx mori* aux diverses phases de son évolution. (*C. R. Ac. Sc.,* CXXXVII, p. 93.)

1889. Marchal (P.). — Contribution à l'étude de la désassimilation de l'azote, l'acide urique et la fonction rénale chez les Invertébrés. (*Mém. Soc. Zool. de France,* III, p. 42-57.)

1908. Metalnikov (S.). — Recherches expérimentales sur les chenilles de *Galleria mellonella.* (*Arch. Zool. exp.,* VIII, 4e sér., p. 489-588.)

1899. Nazari (A.). — Ricerche sulla struttura del tubo digerente e sul processo digestivo del *Bombyx mori* allo stato larvale. (*Atti Congr. Torino* e *Ric. Lab. Anat. R. Univ. Roma,* VII, p. 75-84.)

1927. Noël (R.) et Paillot (A.). — Sur la participation du noyau à la sécrétion dans les cellules des tubes séricigènes chez le Bombyx du mûrier. (*C. R. Soc. Biol.,* XCVII, p. 764.)

1926. Paillot (A.) et Noël (R.). — Sur l'origine des inclusions albuminoïdes du corps adipeux des Insectes. (*C. R. Ac. Sc.*, CLXXXII, p. 1044.)

1926. Paillot (A.) et Noël (R.). — Sur le chondriome des cellules péricardiales du Bombyx du mûrier et de *Pieris brassicae*. (*C. R. Soc. Biol.*, XCV, p. 43.)

1928. Paillot (A.) et Noël (R.). — Recherches histophysiologiques sur le tissu adipeux des larves d'Insectes (*Bombyx mori* et *Pieris brassicae*). [*Bull. Hist. Appl.*, V, p. 1-20.]

1928. Paillot (A.) et Noël (R.). — Recherches histophysiologiques sur les glandes séricigènes et les pigments des larves d'Insectes. (*Ibid.*, V, p. 56-78.)

1928. Paillot (A.) et Noël (R.). — Recherches histophysiologiques sur les cellules péricardiales et les éléments du sang des larves d'Insectes. (*Ibid.*, V, p. 105-128.)

1938. Paillot (A.) et Noël (R.). — Sur l'origine chromatinienne des nucléoles. (*C. R. Soc. Biol.*, CXXVIII, p. 154.)

1929. Paillot (A.) et Noël (R.). — Histophysiologie des glandes séricigènes du ver à soie pendant la mue. (*C. R. Soc. Biol.*, CI, p. 1153.)

1930. Paillot (A.). — Traité des maladies du ver à soie. (*Doin et Cie*, Paris.)

1938. Paillot (A.). — Les processus de la mue dans l'intestin moyen des chenilles du Bombyx du mûrier. (*C. R. Ac. Sc.*, CCVI, p. 652.)

1938. Paillot (A.). — Le glycogène chez le Bombyx du mûrier. (*C. R. Soc. Biol.*, CXXVII, p. 1502.)

1898. Pantel (J.). — Le *Trixion halidoecyanum* Rend. Essai monographique sur les caractères extérieurs, la biologie et l'anatomie d'une larve parasite des Tachinaires. (*La Cellule*, XV, p. 5-290.)

1898. Pantel (J.). — Sur le clivage de la cuticule en tant que processus temporaire ou permanent. (*C. R. Ac. Sc.*, CXXVI, p. 850.)

1937. Pardi (L.). — Sull'origine del glicogeno nei corpi grassi durante la ninfosi di *Polistes gallicus* L. (*Hymenoptera-Vespidae*). [*Monit. Zool. Ital.*, XLVII, p. 276-278].

1938. Pardi (L.). — Origine e comportamento del glicogeno nei corpi grassi di *Polistes gallicus* L. (*Arch. Ital. di Anat. e di Embr.*, XL, p. 281-300.)

1938. Pardi (L.). — Glicogeno degli enociti e suo significato. (*Monit. Zool. Ital.*, p. 108-115.)

1904. Plotnikow (W.). — Ueber di Häutung und über einige Elemente der Haut bei den Insekten. *Zeitsch. f. viss. Zool.*, LXXVI, p. 333-366.)

1924. Poisson (R.). — Contribution à l'étude des Hémiptères aquatiques. (*Bull. Zool. Fr. et Belg.*, LVIII, p. 49-305.)

1928. Sakurai (W. S.). — Sur la glande trachéale de quelques Insectes. (*C. R. Ac. Sc.*, CLXXXVII, p. 614.)

1912. Schulze (P.). — Ueber Verson-Drüsen bei Lepidopteren. (*Zool. Anz.*, XXXIX, p. 433-444.)

1935. Schürfeld (W.). — Die physiologische Bedeutung der Versondrüsen untersucht im Zusammenhang mit ihrem feineren Bau. (*Arch. f. Entwicklungsmech der Organ.* CXXXIII, 728-759).

1933. Smolin (A.). — Zur Kenntnis des Stoffwechsels der Seidenspinner. II. Mitt. : Methylglyoxal als Zwischenprodukt des Kohlenhydratwechsels bei *Bombyx mori* L. (*Biochem. Zeitsch.*, CCLX, p. 34-38.)

1911. Stendell (W.). — Ueber Drüsenzellen bei Lepidopteren. (*Zool. Anz.*, XXXVIII, p. 582-585.)

1912. Stendell (W.). — Beiträge zur Kenntnis der Oenocyten von *Ephestia kuehniella* Zel. (*Zeitsch. f. viss. Zool.*, CII, p. 136-169.)

1929. Tahir (E.). — Sur l'origine de la membrane péritrophique chez le ver à soie. (*C. R. Ac. Sc.*, CLXXXVIII, p. 652.)

1929. Tahir (E.). — Recherches histophysiologiques sur la mue du Ver à soie du mûrier. (*Thèse doct. Univ. Lyon*, 138 p.)

1936. Thomas (P.). — Manuel de Biochimie. (*Masson et Cie*, Paris.)

1928. Timon-David (J.). — Sur les variations des graisses de réserve pendant l'évolution de la Pyrale du maïs (*Pyrausta nubilalis* H.). [*C. R. Soc. Biol.*, XCIX, p. 1799.]

1930. Timon-David (J.). — Recherches sur les matières grasses des Insectes. (*Ann. Fac. Sc. Marseille*, IV, 2e sér., p. 28-207.)

1905. Vaney (C.) et Maignon (F.). — Influence du sexe sur la nutrition du *Bombyx mori* dans la dernière phase de son développement. Localisation du glycogène, de la graisse et des protéines solubles pendant le stade pupaire. (*C. R. Ac. Sc.*, CXL, p. 1280.)

1905. Vaney (C.) et Maignon (F.). — Variations subies par la glucose, le glycogène et les albuminoïdes solubles pendant le développement du ver à soie. (*C. R. Ac., Sc.*, CXL, p. 1192.)

1890. Verson (E.). — Di una serie nuovi organi escretori scoperti nel Filugello. (*R. Staz. Bac. Padova*, IV.)

1890. Verson (E.). — Delle cellule glandulari ipostigmatiche. (*Boll. mens. di Bachic.*, n° 3, p. 40-42.)

1891. Verson (E.) e Bisson (E.). — Cellule glandulari ipostigmatiche nel *Bombyx mori*. (*Publ. R. Staz. Bacol. Padova*, VI.)

1892. Verson (E.). — Altre cellule ghiandulari di origine post-larvale (cellule glandulari epigastriche). [*Bull. Soc. ent. ital.*, p. 3-17.]

1892. Verson (E.). — Postlarvale neubildung von Zelldrüsen beim Seidenspinner. (*Zool. Anz.*, XV, p. 216-217.)

1900. Verson (E.). — Beiträge zur Oenocyten-Literratur. (*Zool. Anz.*, XXIII, p. 657-661.)

1910. Verson (E.). — Beitrag zur näheren Kenntnis der Häutungsdrüsen bei *Bombyx mori*. (*Zeitsch. f. wiss. Zool.*, LCVII, p. 457-480.)

1905. Verson (E.). — Zur Entwicklung des Verdauungskanals bei *Bombyx mori*. (*Zeitsch. f. wiss. Zool.*. LXXXII, p. 523-600.)

1911. Verson (E.). — Zur Kenntnis der Drüsenzellen (sogenannte innerer Secretion) welche in den Blutlakunen der Insekten vorkommen. (*Zool. Anz.*, XXXVIII, p. 295-301.)

1901. Vignon (P.). — Recherches de cytologie générale sur les épithéliums. (*Arch. Zool. exp.*, IX, 4e sér., p. 371-715.)

1882. Vitzou (A. N.). — Recherches sur la structure et la formation des téguments chez les Crustacés décapodes. (*Arch. Zool. exp.*, X, p. 451-576.)

1930. Wachter (S.). — The moulting gland. (*Ann. ent. Soc. Amer.*, XXIII, p. 381-391.)

1907. Weinland (E.). — Weitere Beobachtungen an Calliphora III. Ueber die Beziehungen der Vorgänge am Fette und an den Kohlehydraten zueinander und zu dritten Stoffen. (*Zeitsch. f. Biol.*, XXXI, p. 466-485.)

1886. Wielowiejski (H. R.). — Ueber das Blutgewebe der Insekten. (*Zeitsch. f. wiss. Zool.*, XLIII, p. 512-536.)

1929-1930. Wigglesworth (V. B.). — The formation of the peritrophic membrane in Insects with special reference to the larvae Mosquitoes. (*Quart. Jl. Micr. Sc.*, LXXIII, p. 593-616.)

1933-1934. Wigglesworth (V. B.). — The Physiology of the cuticle and of ecdysis in *Rhodnius prolixus* (Triatomidae, Hemiptera); with special reference to the function of the oenocytes and of the dermal glands. (*Ibid.*, LXXVI, p. 269-318.)

CONTRIBUTION

À L'ÉTUDE BIOLOGIQUE DE *LEBIA GRANDIS* HENTZ.,

PRÉDATEUR AMÉRICAIN DU DORYPHORE,

par F. CHABOUSSOU,

Chef de travaux à la Station de Zoologie agricole du Sud-Ouest.

SOMMAIRE.

Pages.

INTRODUCTION 388

I. MORPHOLOGIE DE L'INSECTE PARFAIT 388

II. BIOLOGIE DE L'INSECTE PARFAIT 393

III. REPRODUCTION 398

IV. CYCLE ÉVOLUTIF ET BIOLOGIE LARVAIRE 406

V. DIAGNOSE DES DIFFÉRENTS STADES 414

VI. TECHNIQUE D'ÉLEVAGE 420

VII. POSSIBILITÉS D'ACCLIMATATION 428

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS 430

Introduction.

Le prédateur américain du Doryphore, *Lebia grandis* Hentz qui fait l'objet de ce mémoire, provient des importantes souches envoyées par Bruneteau[1] en juillet 1933, lors de sa mission à Long Island. A cette date précisément, M. le Professeur Feytaud a bien voulu me charger de l'étude biologique et de l'élevage du précieux Carabique. Je lui exprime ma gratitude de m'avoir confié cette tâche, que je crois avoir menée à bien aujourd'hui.

Je remercie tout particulièrement notre aide-naturaliste Ramadier pour son amicale collaboration. D'autre part, les anciens élèves de l'École de Blanquefort, Gibielle, Blanquiot et Arrastia m'ont utilement secondé dans la production des larves de Doryphore, et M^lle^ Tillet est une excellente auxiliaire pour les manipulations délicates que nécessite la nouvelle technique d'élevage des *Lebia*.

J'envisagerai tour à tour dans ce mémoire les principaux caractères morphologiques de l'insecte parfait, sa biologie, la reproduction, puis le cycle évolutif et la description des différents stades, pour terminer par la technique d'élevage et les possibilités d'acclimatation. L'anatomie des formes larvaires et de l'adulte, ainsi que les recherches microscopiques sur les métamorphoses, feront l'objet d'un travail ultérieur.

I. Morphologie de l'insecte parfait.

A. Place dans la classification. — Distinction entre *Lebia grandis* Hentz et les espèces françaises. — Dans la grande famille des Carabidae, *Lebia grandis* Hentz se range parmi les Harpalinae, caractérisés d'une part, par le scutellum visible (ce en quoi ils diffèrent des Omophroninae) et d'autre part, par les cavités cotyloïdes antérieures fermées, ce qui les sépare des Carabinae. A l'intérieur de cette sous-famille elle-même, notre prédateur prend place dans les Lebiini qui se distinguent des autres tribus par plusieurs caractères dont le principal est l'allure caractéristique du pronotum, plus ou moins cordiforme.

Je n'ai pu me procurer la diagnose de *Lebia grandis* directement d'après Hentz, mais voici la description qu'en fait de Chaudoir[2] probablement d'après cet auteur : « Longueur 9 millim. 5. Belle espèce d'un jaune testacé avec l'abdomen brun et les élytres d'un beau bleu, les huit articles extérieurs des antennes légèrement rembrunis. *Tête* carrée, relativement assez petite, finement ridée en long près des yeux et un peu en travers du front, et pointillée antérieurement, assez plane; yeux grands et saillants, col un peu plus étroit que le front. *Corselet* environ de moitié plus large que la tête avec les yeux, et à peu près de moitié plus large que long, très arrondi sur les côtés, surtout vers le milieu, beaucoup moins rétréci vers la base que vers l'extrémité, qui est à peine plus large que le col; angles antérieurs indiqués, quoique arrondis, côtés se dilatant très brusquement depuis les angles jusque vers le milieu; angles postérieurs presque droits, cependant un peu obtus et arrondis au sommet; le milieu de la base modérément prolongé, le dessus médiocrement convexe, finement rugueux, ligne médiane très fine, sillon basal bien marqué, rebord latéral largement relevé, se rétrécissant vers l'extrémité, nettement séparé de la convexité du disque par la rigole latérale. *Elytres* grandes, du double environ plus larges que le corselet dans leur partie postérieure, mais un peu rétrécies vers la base, peu arrondies vers le milieu des côtés, de près de moitié plus longues que larges, tronquées assez obliquement et sinuées à l'extrémité, assez convexes

[1] Bruneteau (J.).— Recherches sur les ennemis naturels du Doryphore en Amérique (*Ann. Epiphyt. Phylogénét.* t. III .p. 11 937).

[2] B. de Chaudoir. — Monographie des Lébiides. (*Bull. Nat. Moscou*, p. 139, 1870.)

fortement striées, le fond des stries très légèrement crénelé, les intervalles passablement convexes, chagrinés, avec les deux points sur le bord externe du troisième et la série sur le neuvième assez espacée au milieu. Antennes très fines et fort longues, pattes longues, tarses robustes à articles triangulaires assez larges. »

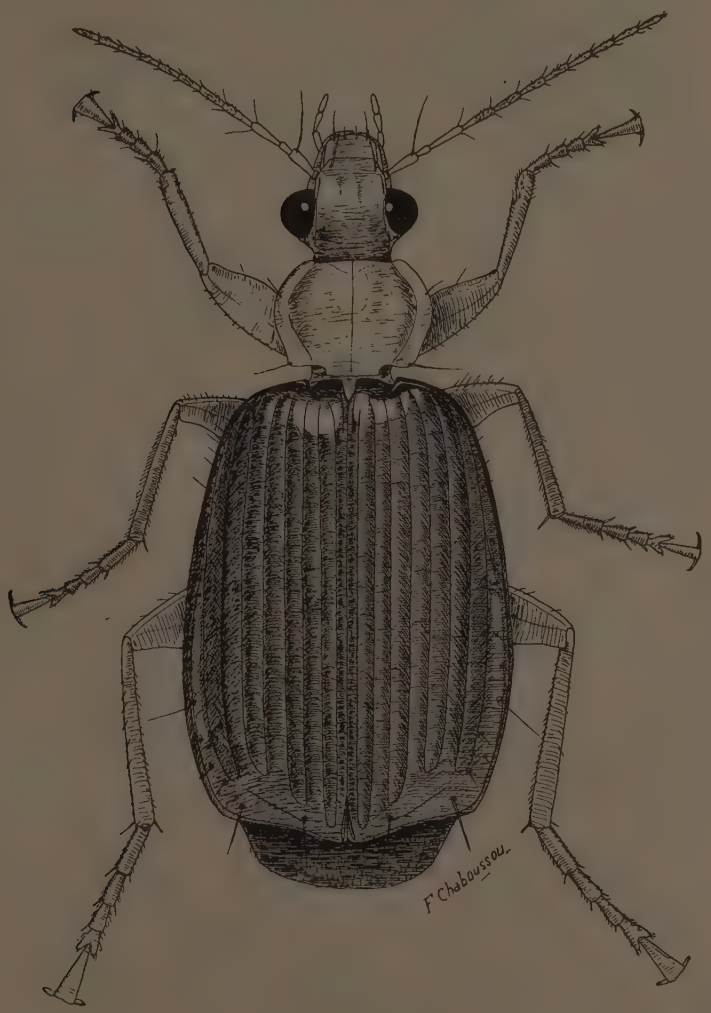


Fig. 1. — *Lebia grandis* Hentz. Femelle. (× 11.)

C'est bien là une description qui correspond aux *Lebia grandis* que j'ai entre les mains et dont la figure 1 représente un exemplaire femelle. Toutefois, j'estime nécessaire de reprendre quelques points qui me paraissent devoir comporter d'utiles compléments. Tout d'abord, *l'abdomen* qui est noté comme brun est, en réalité, franchement noir. En ce qui concerne *la taille*, que Chaudoir indique être de 9,5 mm., d'après les individus de la collection Laferté, il faut préciser qu'elle peut atteindre en réalité jusqu'à 11 mm

chez les femelles qui, suivant une règle à peu près générale chez les Coléoptères, sont de plus grandes dimensions que les mâles.

Il n'est pas inutile non plus de souligner que *la tête* est d'un jaune orangé, de la même couleur que le prothorax, le mésothorax et les pattes, dont les genoux sont plus foncés. Si j'insiste sur ce caractère, c'est qu'il est facilement discernable et qu'il fournit un excellent critérium de différenciation. En effet, les espèces à élytres bleues ou vertes de notre pays : *L. fulvicollis* Fab., *L. pubipennis* Dufour, ont au contraire la tête noire ou tout au moins d'un noir bleuâtre, à peu près de la même couleur que les élytres [1]. *Les antennes* sont également rougeâtres en totalité. Les trois premiers articles sont glabres, à l'exception des grands poils de la partie distale; les autres sont pubescents. *Les élytres,* d'un bleu métallique intense, tirent sur le violet quand le jeune insecte sort de terre, puis prennent au fur et à mesure qu'il avance en âge, des reflets verts. A noter que la surface élytrale est très finement chagrinée, ainsi que le signale Chaudoir; mais, à la différence de ce qui se présente chez *L. pubipennis* et *L. fulvicollis,* elle est sans aucune ponctuation profonde.

J'aurai l'occasion par la suite, à propos du cycle, de parler à plusieurs reprises d'une espèce française, *L. scapularis* Fourc. (*L. turcica* F.) dont les hypermétamorphoses ont été étudiées par Silvestri. Mais *L. scapularis* ni les trois autres espèces françaises : *L. haemorrhoidalis* F. (= *marginata* Fourc), *L. cruxminor* L., *L. trimaculata* Vill. (= *cyathigera* Rossi) aux élytres noires à taches jaunes, ou jaunes à taches noires, ne sauraient être confondues avec *L. grandis.* Par contre, les cinq autres espèces indigènes à élytres bleues ou vertes pourraient prêter à confusion. J'ai indiqué plus haut les caractères permettant de différencier *L. grandis* des espèces françaises qui s'en rapprochent le plus à la fois par la taille, et par la couleur des élytres : *L. pubipennis* Duf. et *L. fulvicollis* F. [2] Toutefois, pour permettre de reconnaitre rapidement l'espèce à laquelle on a affaire, je crois bon de donner la clef suivante, faite en grande partie d'après les exemplaires de la collection Manon.

Espèces à élytres concolores, d'un bleu ou d'un vert métallique brillant.

Tête jaune orangé, de la même couleur que le corselet. Stries des élytres bien marquées, mais peu profondes, interstries faiblement convexes, surface élytrale lisse sans aucune ponctuation, non pubescente. Bleu foncé métallique, tirant sur le violet. Antennes et pattes entièrement rougeâtres. Longueur 9-11 m/m. *L. grandis* Hentz.

Tête noir bleuâtre ou verte, de la même couleur que les élytres.

○ Taille de 9 à 13,5 m/m.

× Stries des élytres profondes, interstries très convexes. Surface élytrale rendue rugueuse par une ponctuation profonde et serrée, qui se retrouve également sur la tête et le thorax. Pubescence distincte sur tout le dessus. Élytres bleu foncé métallique tirant sur le violet, pronotum rouge de même que le reste du prothorax, le mésothorax et les premiers articles des antennes, qui sont brunes au delà. Jambes et tarses bruns. Long. 9-11 m/m..... *L. pubipennis* Dufour (= *fulvicollis* Dejean).

× Stries des élytres superficielles, leurs interstries planes. Surface élytrale presque lisse avec des séries irrégulières de points distants sur les intervalles. Corps glabre. Antennes brunes à premier article rouge. Long. 9-13,5 m/m..... *L. fulvicollis* Fabricius.

[1] Il en est de même d'ailleurs des autres espèces françaises à élytres jaunes ou noires, à l'exception toutefois de *L. haemorrhoidalis* F. (= *marginata* Fourc.) dont la tête est fauve comme le corselet.

[2] Ces espèces ne se rencontrent guère d'ailleurs que dans le Midi de la France et particulièrement en Provence. Toutefois, Planet et Barthe signalent *L. fulvicollis* comme remontant jusqu'en Touraine.

○ Taille de 5 à 8 m/m.

× Premier article des antennes seul rougeâtre. Élytres finement pubescentes, à stries bien distinctes, densément ponctuées; interstries à ponctuation assez forte, dessus bleu-vert, genoux noirs. Écusson et poitrine d'un noir métallique. Long. de 5 à 7,5 m/m ..... *L. cyanocephala* Linné,

× Les deux premiers articles des antennes et la moitié basale du troisième ou les trois premiers d'un jaune rougeâtre. Élytres entièrement glabres.

Δ Tous les articles des antennes rougeâtres. Corps oblong, déprimé. Stries des élytres entières, bien marquées. Palpes maxillaires à premiers articles roux, le dernier seul noir. Tête et abdomen d'un noir de poix. Élytres bleu foncé. Longueur 5,5-7 m/m..... *L. rufipes* Déjean.

Δ Antennes aux trois premiers articles seuls rougeâtres, les autres bruns. Corps plus court, plus convexe. Stries des élytres effacées au sommet. Palpes maxillaires entièrement noirs. Tête verte ou bleue, rarement violacée. Longueur 5-7,5 m/m. *L. chlorocephala* Hoffm.

B. Caractères sexuels secondaires. — D'une façon générale, comme chez nombre d'Insectes, de Coléoptères, en particulier le mâle de *Lebia grandis* est plus petit que la

Fig. 2. — Pattes intermédiaires de *Lebia grandis* Hentz.
A gauche : chez la femelle. A droite : chez le mâle. (*f* : la fossette.)

femelle. Il va sans dire que ce n'est là qu'un caractère relatif et qui n'a aucun intérêt pour la détermination pratique du sexe, les conditions de milieu ou d'alimentation pouvant faire apparaître des femelles naines et des mâles dodus.

Je signale également le fait, assez général chez les Carabiques, qu'un ou plusieurs des premiers articles des tarses antérieurs des mâles sont dilatés et plus ou moins garnis en-dessous de petites saillies. On retrouve aussi cette disposition chez l'espèce qui nous

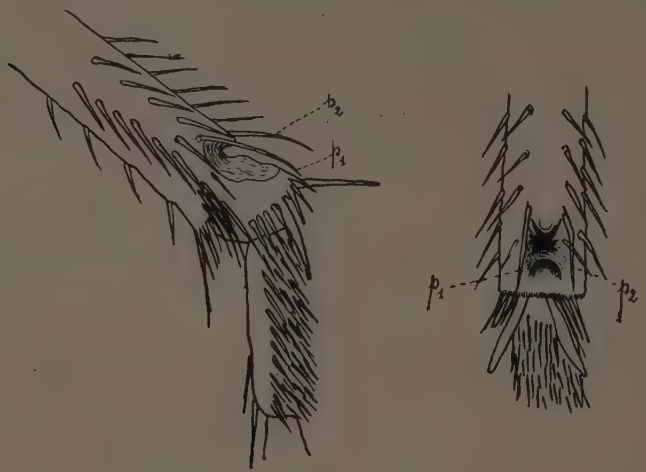


Fig. 3. — La fossette de l'extrémité apicale du tibia intermédiaire du mâle de *Lebia grandis* Hentz.
A gauche : de profil. — A droite : de face.

Fig. 4. — Mise en évidence de la coaptation par décalque et confrontation des dessins exécutés à la chambre claire, et au même grossissement.

occupe, mais les *Lebia* présentent en outre un dimorphisme sexuel beaucoup plus singulier, véritablement différentiel, et par suite d'un grand intérêt pratique. Chez ce genre, les tibias des pattes intermédiaires [1] possèdent, à la partie distale et interne, une fossette assez marquée (fig. 3) et qui ne se retrouve pas chez la femelle (fig. 2) [2]. Cette particularité que, dans son « Genera des Coléoptères », Lacordaire passe sous silence, est signalée par Chaudoir [3] parmi les caractères distinctifs du genre : « Tibia intermediæ maris ante apicem profunde incisae, feminae simplices ». Tous les auteurs qui, à sa suite, (Bedel, Planet, etc.) ont noté cette disposition, n'ont paru y attacher

[1] Je spécifie bien qu'il s'agit ici de la deuxième paire de pattes : les tibias des pattes antérieures sont également échancrés mais cela chez les deux sexes et de toute autre façon. On sait d'ailleurs que cette entaille caractérise, chez les Carabides, la sous-famille des Harpalinés. Les Carabides s. st. et les Nébriides, entre autres, ne possèdent pas ce caractère. Il faudrait voir là, suivant les auteurs, un dispositif servant au nettoiement des antennes, comme chez les Abeilles et les Fourmis.

[2] J'ai tenu, en effet, à m'assurer que les mâles, et eux seuls, avaient cette entaille. En possession d'un important matériel, j'ai pu faire porter mes dissections sur un grand nombre d'individus : 50 *Lebia grandis* possédant une encoche et présumés mâles, et 50 autres n'ayant pas ce caractère et présumés femelles. A la dissection, les premiers se sont tous révélés mâles et les seconds tous femelles.

[3] B. de Chaudoir. — Monographie des Lébiides. (*Bull. des Nat. Moscou*, t. 43, 1870.)

d'autre importance que celle d'un trait distinctif entre les deux sexes. Or ce caractère m'avait frappé dès l'abord et j'en étais venu à me demander si cette fossette ne jouait pas un rôle dans la pariade comme dispositif d'accrochage du mâle sur la femelle.

Or, au cours des quatre années pendant lesquelles j'ai poursuivi l'étude des *Lebia*, je suis arrivé, malgré les habitudes nocturnes des Carabiques, à surprendre plusieurs accouplements. Souvent d'ailleurs, il m'a même été possible d'introduire les conjoints dans un tube à essai et cela sans qu'ils se désunissent. Ainsi, j'ai pu les observer « *in copula* » tout à mon aise, et parfois durant près d'un quart d'heure.

Comme il est de règle chez la plupart des Coléoptères, le mâle grimpe sur le dos de la femelle et la tient embrassée au moyen de ses pattes. C'est la deuxième paire qui a, évidemment, retenu toute mon attention. Or, par l'examen du couple, de face et à la loupe, j'ai pu me rendre compte, de façon indubitable, que *la fossette des tibias intermédiaires du mâle s'emboîte sur l'arête externe des élytres de la femelle*, au niveau des épipleures, vers le milieu de celles-ci. Pendant toute la durée du coït, il en est ainsi et si l'un des deux conjoints vient à bouger, les pattes du mâle coulissent légèrement le long des élytres de sa partenaire mais sans se désaccrocher.

Nous sommes donc là en présence d'une adaptation tout à fait remarquable et que j'ai déjà signalée par ailleurs [1]. Les dessins des appendices en cause : profil de la fossette et section transversale de l'élytre, montrent en effet que la concordance des formes est parfaite (fig. 4). On peut donc affirmer qu'il y a véritablement *coaptation*, mais de nature toute particulière puisqu'elle s'exerce, non pas vis-à-vis de deux organes d'un seul et même individu, ce dont Cuénot a donné maints exemples, mais bien du mâle à la femelle, d'un sexe à l'autre. C'est pourquoi, faute d'un terme qui me satisfasse davantage, je lui ai donné le nom de « *coaptation sexuelle* ».

Tels sont les caractères sexuels secondaires chez *Lebia grandis* et les questions biologiques qui s'y rattachent [2].

II. Biologie de l'insecte parfait.

Je me contenterai d'envisager seulement dans ce chapitre la biologie proprement dite de l'insecte parfait; la reproduction, le cycle évolutif et la biologie larvaire feront l'objet des chapitres suivants.

A. Comportement général.

L'activité. — Coléoptères carnassiers, les *Lebia* ne dérogent pas à la règle : servis par leurs longues pattes, ils sont vifs, très agiles, se dérobant à toute vitesse dès qu'on veut les saisir. Serrés de près, et lorsqu'ils se croient en danger, ils émettent par leurs

[1] F. Chaboussou. — Un cas de coaptation sexuelle chez *Lebia grandis* Hentz. (*Rev. franc. Entomol.*, t. V, fasc. 2, juin 1938.)

[2] Brunetau, (Recherches sur les ennemis naturels du Doryphore en Amérique. *Ann. Épiph. Phytog.* t. III, fasc. 1, 1937) a signalé « qu'il existe chez le mâle une pièce tergale dessinant un profil ovale à l'extrémité du dernier segment abdominal ». Ainsi que je lui ai fait observer, il y a là une erreur, ou plutôt un lapsus comme il en a convenu lui-même bien volontiers. D'une part, il s'agit en réalité d'une partie de l'appareil copulateur, pièce chitineuse cordiforme, légèrement excavée, sur laquelle repose l'armature génitale. Entre les deux branches latérales de cette pièce basilaire et un peu en arrière, il existe en outre une petite lamelle légèrement concave : l'ensemble des deux pièces est du reste, considéré, non comme l'homologue d'une pièce tergale, mais, au contraire, comme la partie inférieure ou *sternale* du dernier segment abdominal (Bordas). D'autre part, cette pièce qui, lors de l'accouplement, fait saillie au dehors à la suite du pénis, est complètement rentrée en temps ordinaire et n'est nullement visible sur l'insecte *vivant*; ce n'est que sur les individus *morts* que, par suite du relâchement des muscles, on peut arriver à la voir : elle ne présente donc aucun intérêt pratique.

glandes anales un liquide jaunâtre qui se vaporise instantanément en dégageant une senteur spéciale.

Comme la plupart des Carabiques, et ce n'est pas une des moindres difficultés de leur étude, *les Lebia possèdent une activité surtout nocturne*. Durant les heures les plus claires de la journée, ils demeurent à la surface du sol, tapis sous les morceaux de poterie, les écorces ou les mousses que j'ai soin de placer à cet effet dans les bocaux ou les cages d'élevage. Dans les grandes cages-relais placées en plein champ, et qui, tout d'abord, étaient montées sur 4 piquets *intérieurs*, les *Lebia*, pour se dérober à la lumière, avaient pris l'habitude de s'introduire en grand nombre dans l'intervalle étroit situé entre le bois et la toile. Par ailleurs, j'ai pu constater au cours de l'hiver 1936-1937, lors d'une tentative d'élevage dans une étuve chauffée au moyen de lampes électriques, que si celles-ci restaient allumées pendant la nuit, les larves de Doryphore placées dans les cages pour la consommation des prédateurs, restaient absolument intactes.

Ainsi, pendant le jour, et exception faite des jeunes adultes sortant de terre ou des individus mis à jeûner, l'activité et la prise de nourriture sont nuls. Mais dès que la lumière diminue, les insectes s'agitent, et cela est particulièrement facile à observer à l'automne au laboratoire. A cette époque, en effet, ils se nourrissent avant d'entrer en hibernation; vers 16-17 heures, au début d'octobre, ils commencent à sortir de leurs abris, volètent, et errent sur le grillage des cages à la recherche de larves de Doryphore.

En résumé, la lumière est un facteur nettement répulsif pour *Lebia grandis*. Toutefois, il ne faudrait pas penser à une influence trop absolue et croire qu'on ne peut découvrir de *Lebia* au dehors en plein jour. Je viens déjà d'indiquer un peu plus haut que les jeunes adultes sortant de terre, ou les individus affamés pour d'autres raisons, peuvent errer à la recherche d'une proie. Dans les cages-relais, notamment, il m'a été donné d'observer plusieurs fois des insectes sur les fanes de pomme de terre, à l'ombre d'une feuille.

L'enfouissement. — C'est précisément lorsqu'ils sont poursuivis ou qu'ils ne disposent pas d'abri pour se réfugier, que les *Lebia*, écartant rapidement la terre avec leurs pattes, s'enfouissent, mais en général peu profondément, à 5 ou 6 centimètres seulement. Aussi, lorsqu'en vue des lâchers je prélève les insectes dans les cages d'attente, m'arrive t-il de ne point retrouver la totalité des prédateurs que j'y ai placés. En réalité, je ne dois point me contenter d'ôter ceux qui se trouvent en surface, mais il me faut aussi examiner la couche des 10 premiers centimètres de terre où se sont presque toujours enfouis quelques-uns des insectes restants, quand tous les abris ont été enlevés. En accord avec ces observations, Bruneteau [1] signale qu'à Long-Island, au moment de la récolte des pommes de terre, vers le début de septembre, on trouve un grand nombre de *Lebia* adultes dans la terre, à quelques centimètres de profondeur. Cependant, je n'ai jamais constaté jusqu'à présent la construction de galeries ou de terriers, ainsi que cela se produit chez d'autres Carabiques terricoles comme les *Harpalus* ou *Pseudophonus* par exemple.

Le vol. — Chose importante à signaler, et qui est de bon augure pour la dissémination, *les Lebia volent parfaitement*. Souvent même, il arrive qu'elles s'évadent ainsi lors des manipulations. Ainsi que je viens de le signaler, on peut les observer le soir, au mois d'octobre, volant dans les cages très activement d'un côté à l'autre, ce qui confirme les observations de Bruneteau qui les a vues prendre leur essor par les nuits chaudes. Pen-

[1] Op. cit.

dant le jour — n'oublions pas que nos insectes sont d'activité nocturne, — le vol est rare. Parfois cependant, et cela semble-t-il, quand le soleil frappe sur les cages où ils se trouvent, et que l'état hygrométrique de l'atmosphère est peu élevé, il arrive qu'un insecte prenne son vol.

B. Régime alimentaire.

Lebia grandis *est étroitement inféodé au Doryphore.* — Il n'est pas sans intérêt de rappeler, au début de ce paragraphe, que non seulement les diverses espèces de *Lebia* sont connues pour leurs mœurs carnassières, chose banale commune à tous les Carabiques, mais qu'elles semblent se distinguer surtout par leur régime alimentaire spécial, consistant en telle ou telle proie (principalement larves de Galéruques) à l'exclusion de toute autre. C'est l'exemple classique de *L. scapularis* Fourc, inféodé à la Galéruque de l'Orme (*Galerucella luteola* Müll.) et dont l'abondance périodique est en relation avec la multiplication même du phytophage servant de proie. Parmi les espèces américaines, on peut citer : *L. ornata* Say vivant aux dépens de la Galéruque du Cerisier (*Galerucella cavicollis* Lec) ; *L. viridis* Say prédatrice d'*Altica chalybea* Ill. ; *L. analis* De G. destructeur de *Laphygma frugiperda* S et A. Chez les espèces africaines, *L. rufipes* Dej. affectionne les Genistées, sur lesquelles elle poursuit des *Phytodecta* sp., et la petite *L. thais* Bed. se tient sur les Rumex où elle chasse une Galéruque : *Belarinea violacea* [1].

Pour en revenir à l'espèce qui nous occupe, *L. grandis* ne manque pas de suivre elle aussi la règle générale et vit aux dépens du Doryphore. Presque toutes les chenilles de Lépidoptères dont, à défaut de Doryphore, on se sert pour l'alimentation de *Podisus maculiventris* Say [2], lui ont été proposées sans succès, entre autres : *Ephestia kuehniella* Zeller, *Ephestia elutella* Hubner, *Carpocapsa splendana* Tr., les diverses Piérides, *P. brassicae* L., *P. rapae* L., *P. napi* L., la Noctuelle *Mamestra brassicae* L. Par contre, une espèce de « ver gris » indéterminée a été attaquée, ce qui confirme l'assertion de Dudley signalant que *L. grandis* se nourrit parfois de chenilles de Noctuelles.

La plupart des larves de Coléoptères ne conviennent pas non plus à notre Carabique ; c'est vainement que je lui ai proposé la Galéruque de l'Aulne, *Agelastica alni* L. ; parmi les Chrysomèles même, *Phyllodecta vitellinae* L., *P. vulgarissima* L., *Plagiodera versicolor* L. ont également été refusées, ainsi que *Lina populi* L. Par contre, et c'est le seul résultat vraiment positif que j'aie obtenu jusqu'à ce jour, *les larves du Criocère de l'Asperge, Crioceris asparagi* L., *sont acceptées aussi volontiers que celles du Doryphore :* à la température du laboratoire, un couple de *Lebia* en a dévoré 12 en 2 jours. A côté de cela, il est curieux de noter que les larves de l'espèce voisine *C. duodecimpunctata* L. ne sont pas touchées [3].

Ainsi nous voyons, réserve faite des autres tentatives d'alimentation auxquelles il me sera donné de procéder au fur et à mesure que j'aurai le matériel nécessaire, que *L. grandis parait un agresseur inféodé à la Chrysomèle de la Pomme de terre.* Et il n'est pas pour nous étonner, — sa spécialisation entrant sans doute pour une grande part dans son efficacité, — que lors de sa mission aux États-Unis, Trouvelot [4] l'ait signalée, à la suite de Riley (1874), Chittenden (1907), Gossard (1917) et Cosens (1920), comme l'un des plus actifs ennemis du Doryphore.

[1] Ces détails concernant la biologie des *Lebia* Nord-Africaines nous ont été fort aimablement communiqués par l'éminent entomologiste d'Alger, P. de Peyerimhoff.

[2] A. Couturier. — Contribution à l'étude biologique de *Podisus maculiventris* Say. (*Ann. Epiphyt. Phytogénét.*, t. IV, fasc. 1, 1938.)

[3] On sait d'ailleurs que ces larves, vivant à l'intérieur des baies de l'Asperge, ne pourraient servir de proies au prédateur, que pendant le court laps de temps entre le moment où elles en sortent et celui où elles pénètrent en terre pour la nymphose.

[4] B. Trouvelot. — Recherches sur les parasites et prédateurs attaquant le Doryphore en Amérique du Nord. (*Ann. des Épiphylies*, 1931.)

Mode d'attaque d'une larve. — Indiquons en premier lieu que les *Lebia* ont une préférence marquée pour les larves du troisième âge et du début du quatrième. Ce fait tient uniquement à ce que les grosses larves du Doryphore présentent une convexité relativement faible, en sorte que le prédateur a, si j'ose m'exprimer ainsi, « moins de prise » avec les mandibules qui glissent sur les téguments, l'insecte se trouvant en difficulté pour pratiquer l'incision.

Fig. 5. — Attaque d'une larve de Doryphore par l'insecte parfait de *Lebia grandis* Hentz. (Ph. Ramadier.)

Voici, en effet, la façon de procéder du Carabique, dont la photographie ci-contre donne une excellente idée. En règle générale (fig. 5), l'insecte grimpe sur le dos de la proie qu'il maintient avec ses pattes antérieures et moyennes, puis, à l'aide de ses mandibules acérées, il incise le tégument derrière le prothorax. Parfois cependant, lorsque le Carabique est très affamé et que la larve se débat, l'incision peut être pratiquée en un point quelconque de l'abdomen, à la partie postérieure par exemple. Quoi qu'il en soit, lorsque la brèche est établie, le prédateur y enfonce ses mandibules et, la tête parfois plongée jusqu'aux yeux dans la gouttelette de liquide qui exsude, fouille à l'intérieur. Il arrive aussi qu'après l'incision les intestins sourdent au dehors, et l'on peut alors, à la loupe binoculaire, voir disparaître progressivement le tissu adipeux, assez facilement reconnaissable à sa couleur bistre et qui est ingéré au fur et à mesure par l'insecte. Inquiété, le prédateur peut interrompre son repas, quitte à revenir ensuite fourrager de plus belle, faisant au besoin une nouvelle brèche.

Quant à la larve, elle ne saurait opposer qu'une piètre résistance à son agresseur; sous la morsure, il lui arrive de se redresser suivant un réflexe bien connu; plus souvent, elle se ramasse, mais dès que l'incision est pratiquée, elle ne bouge plus guère et on la voit se ratatiner petit à petit, au fur et à mesure qu'elle se vide (fig. 5). Il n'en reste finalement que les parties chitineuses de la tête et du prothorax.

Facteurs de l'alimentation. — *La quantité de larves consommées varie tout d'abord avec leur taille.* Il est évident, à cet égard, qu'une larve de Doryphore du quatrième âge de moyenne grosseur, pesant 100 à 120 milligrammes, fournira trois fois plus de nourriture à un prédateur qu'une larve du troisième âge qui en pèse seulement 30 à 40 [1]. Or le Carabique américain, préférant ces dernières pour la raison que j'ai exposée plus haut, fait par conséquent une plus grande hécatombe de larves que si son choix se portait sur les plus grosses. De plus, dans cet ordre d'idées, je dois aussi souligner que *les Lebia dévo-*

[1] Il s'agit ici de la comparaison entre une larve du 4e âge *moyenne* et une *grosse* larve du 3e âge. En réalité, chez le Doryphore, d'après mes pesées, le poids quadruple d'une mue à l'autre.

rent volontiers les œufs mêmes du Doryphore [1]. C'est ainsi, par exemple, que 10 insectes (6 femelles et 4 mâles), à la température de la salle des élevages au mois de mai, dévorèrent 20 pontes en 2 jours, soit une ponte par jour et par insecte, ce qui est loin d'être négligeable.

En second lieu, *l'alimentation varie avec la température.* Au-dessous de 15°, elle est à peu près nulle. Vers 18-20°, elle correspond à la consommation d'une larve de Doryphore du troisième âge par insecte tous les deux jours. Vers 25° la reproduction intervient, et, à ce moment, d'autres facteurs entrent en jeu. En effet, *la quantité des larves consommées dépend aussi de l'état du prédateur lui-même.*

A la sortie de terre, il est affamé et peut dévorer 3 larves du troisième âge le jour de sa naissance. Puis, si le Carabique est placé à une température suffisante (30° par exemple),

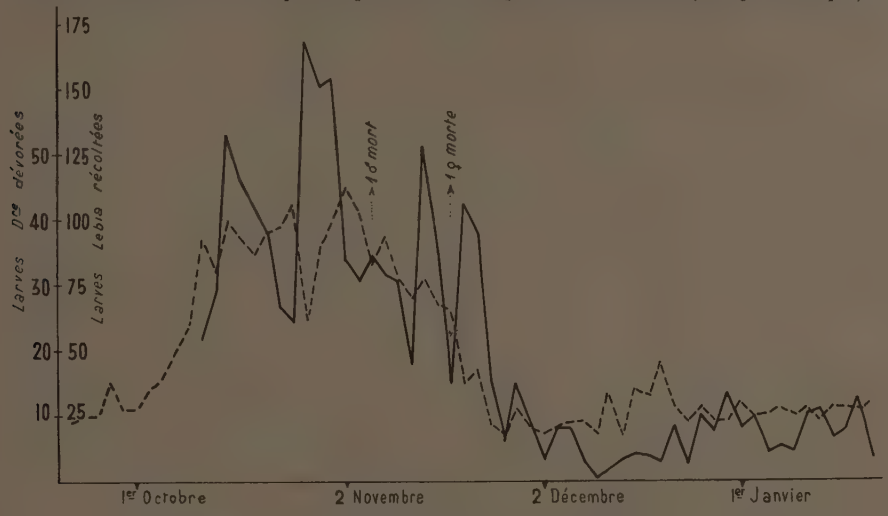


FIG. 6. — Diagrammes de l'alimentation et de la ponte de deux couples de *L. grandis* Hentz. (····· alimentation ; ——— ponte.)

vient *la période de maturation des organes sexuels* pendant laquelle la consommation est d'environ deux larves par insecte. (Il s'agit, et il s'agira toujours par la suite, de larves du troisième âge). Arrive enfin le *moment où la reproduction intervient.* L'alimentation s'avère alors beaucoup plus importante puisqu'elle peut doubler ; au moment où la ponte bat son plein deux couples dévorent couramment 20 larves par jour. L'indice de grande consommation à ce moment-là est d'ailleurs si caractéristique à ce point de vue que *j'ai soin, et cela pour chaque bocal d'élevage, de noter journellement la quantité de larves dévorées, car dès qu'elle passe à 4 ou 5 par insecte, c'est le signe que la ponte est déclenchée et que les jeunes larves vont bientôt apparaître* [2].

De plus, *pendant la période de reproduction elle-même, l'alimentation est fonction de l'importance de la ponte.* Prenons l'exemple de l'élevage N[18] 1938 dont j'aurai d'ailleurs à reparler à propos du pouvoir prolifique. Il s'agit de deux couples sortis de terre entre le

[1] Je rappelle à ce propos que SILVESTRI a constaté que *L. scapularis* se nourrit aussi des œufs de la Galéruque de l'Orme. Il a fréquemment observé dans la Nature des œufs dont le chorion dévoré à la partie basale formait les restes évidents de repas du prédateur.

[2] On verra plus loin que, les œufs étant en quelque sorte «camouflés», on n'est vraiment certain de la reproduction que lorsque surviennent les larvules du stade 1*a* dans la terre des bocaux d'élevage.

25 août et le 5 septembre 1938 et laissés jusqu'au 20 septembre à la température du laboratoire. Le 20 septembre, ils sont placés en bocal et mis en étuve à 30°.

La figure 6 donne le graphique de la quantité de nourriture prise en comparaison avec le nombre de larves de *Lebia* récoltées. J'avais, pour les établir, les chiffres journaliers; j'ai constaté cependant qu'il était préférable, pour la clarté de la représentation, de ne construire la courbe qu'avec des points espacés de deux en deux jours, chaque ordonnée représentant la somme des larves nées ou consommées durant les quarante-huit heures précédentes.

Les insectes étant déjà sortis de terre depuis trois semaines lors de leur mise en élevage, nous ne pouvons donc observer sur ce graphique l'importante consommation qui se produit après la métamorphose. Toutefois on la voit augmenter progressivement pour atteindre son maximum au moment de la plus grande reproduction. De plus, on peut constater aussi que *les minima et les maxima des deux graphiques se correspondent avec un décalage de six jours au début, soit à peu près le temps de l'incubation des œufs à la température de 30° à laquelle on opère.* Puis, à mesure que la femelle survivante vieillit, le décalage augmente par suite de la paresse des ovaires et se trouve porté à huit, puis à dix jours après le troisième mois de reproduction.

Vient enfin *la période de sénescence* pendant laquelle, même à une haute température comme 30°, chaque insecte ne prend guère plus d'une larve par jour.

III. Reproduction.

Dès les premiers jours, et cela pour plusieurs raisons, l'étude de la reproduction s'est avérée comme fort délicate.

Tout d'abord, exception faite de l'étude de Silvestri sur *Lebia scapularis* Fourc.[1], la bibliographie sur la biologie des *Lebia* est à peu près muette[2]. De *Lebia grandis* en particulier, on ne connaissait rien de la ponte, rien du cycle évolutif, ni de la vie larvaire, rien du nombre de générations annuelles, etc. On ne savait en somme de l'Insecte qu'une seule chose : c'est qu'*à l'état adulte*, il se montrait aux États-Unis comme l'un des plus actifs ennemis du Doryphore. Ce n'est d'ailleurs qu'à ce titre de prédateur que nous l'avons importé dans notre pays. Quant aux idées qu'on pouvait se faire de ses mœurs, on en était réduit à échafauder des hypothèses en raisonnant par analogie d'après ce que l'on savait déjà de la biologie de *L. scapularis*.

Or, *l'activité nocturne* de l'insecte, son habitude de se dissimuler sous des abris, ou même, à défaut de ceux-ci, de s'enfouir pendant le jour, se sont montrés de très sérieux obstacles à son étude. Impossibilité en effet d'observer la pariade de façon courante, ignorance totale, par conséquent, du degré de maturité sexuelle des individus en expérience[3]. Les œufs mêmes, comme nous le verrons, sont particulièrement difficiles à mettre en évidence et il est absolument impossible de les déceler dans les conditions habituelles d'élevage. D'où un ensemble de traits biologiques qui ont rendu assez ardue la mise au point des conditions d'humidité et de température nécessaires pour provoquer et entretenir une reproduction normale.

[1] Filippo Silvestri. — Contribuzione alla conoscenza della metamorfosi et dei costumi della *Lebia scapularis* Fourc. *Redia* 1904, t. II, p. 68-82, pl. III-VII.)

[2] Mises à part, naturellement, les connaissances qui ont trait aux mœurs carnassières de ces Carabiques et dont j'ai eu l'occasion de parler plus haut.

[3] Ces remarques sont surtout valables pour les premiers temps de mes études, l'expérience m'ayant appris par la suite, ainsi que je l'ai signalé plus haut, qu'en période de reproduction l'alimentation devient plus importante.

L'ACCOUPLEMENT. — J'ai déjà indiqué que malgré mon vif désir d'observer la pariade, c'est à une date récente que je suis parvenu à la surprendre [1]. Or la juxtaposition des parties qui s'emboîtent dans la coaptation précitée n'est évidemment possible que si l'encoche tibiale du mâle se trouve dans un plan perpendiculaire au bord de l'élytre de la femelle. J'ai eu précisément tout loisir de noter que l'accouplement n'a pas lieu en oblique [2]. Bien au contraire, le mâle se tient étroitement appliqué sur la femelle de toute sa longueur, les deux têtes arrivant au même niveau. Les insectes sont donc parallèles, les pattes du mâle se trouvent bien dans des plans frontaux par rapport à l'axe de sa partenaire et la coaptation a ainsi toute latitude de se produire facilement.

En ce qui concerne *la longévité relative des sexes*, j'ai le regret de contester l'affirmation de BRUNETEAU qui pensait que le mâle survit peu à l'accouplement. En vérité, je n'ai rien remarqué de tel au cours de mes élevages. Examinons, en effet, plusieurs exemples suivis attentivement.

Élevage N_4 1938. — Il s'agit de deux couples *venant de sortir de terre* le 29 avril, placés immédiatement en bocal et mis en étuve à 30°. Les premières larves apparaissent le 21 mai, ce qui fait remonter la ponte vers le 15 ainsi que les premiers accouplements. Une première femelle est trouvée morte le 23. Puis un mâle meurt à son tour le 5 juin. Il ne reste donc qu'un couple dont je surprends du reste la pariade le 10 juin. Or c'est la femelle qui meurt la première le 13, tandis que le mâle continue à vivre.

Élevage N_5 1938. — *Un couple* seulement venant de sortir de terre le 2 mai et mis en bocal le même jour en étuve à 30°. Les premières larves surviennent le 21 mai. C'est la femelle qui meurt d'abord le 17 juin. Le mâle, à ce moment-là, avait donc survécu un mois et demi à l'accouplement.

Élevage N_{11} 1938. — Deux couples sortis de terre entre le 2 et le 8 mai et placés en étuve à 30° le 14 juin seulement. Premières larves le 27. Une femelle meurt le 4 juillet, l'autre le 12 ; les deux mâles vivent encore après cette date pendant une quinzaine de jours.

Élevage N_{18} 1938. — Deux couples formés entre le 25 août et le 5 septembre, placés en étuve à 30° le 20 septembre. Apparition des premières larves le 10 octobre. Ces larves sont enlevées tous les jours, mais il continue à s'en former dans la terre du bocal le 20 janvier, date à laquelle un couple est toujours vivant, soit après quatre mois de reproduction. Un mâle est mort le 7 novembre et une femelle écrasée accidentellement le 18.

Il est facile de conclure, d'après ces exemples. S'il est vrai que les mâles disparaissent parfois avant les femelles, il arrive tout aussi bien que celles-ci meurent les premières ; c'est même ce qui semble se produire le plus fréquemment.

LA PONTE. — J'ai attendu fort longtemps avant de parvenir à déceler la ponte. *A priori*, les œufs de ces insectes terricoles devaient être pondus dans le sol, milieu où évolueront les larves. Cependant, en dépit d'un examen minutieux, grain par grain, de la terre des bocaux ou des cages d'élevage, où j'étais sûr de la reproduction puisque j'y voyais apparaître les jeunes larvules, il m'était impossible de découvrir les œufs. Pas même une masse différente et pouvant renfermer une ponte à son intérieur.

Après de longues et vaines recherches, j'eus alors l'idée du dispositif spécial représenté par les figures 7 et 8. Il m'a permis de mettre l'œuf en évidence ainsi que la façon dont

[1] Le 16 octobre 1937. J'ai d'ailleurs pu en observer depuis plusieurs autres, qui n'ont fait que confirmer mes premières constatations.

[2] L'accouplement s'étant poursuivi pendant près d'un quart d'heure, cela m'a permis de faire partager mes observations à COUTURIER qui a constaté avec moi l'utilisation de la fossette.

il est pondu. Trois pièces (fig. 7) forment l'appareil (fig. 8). Ce sont, de bas en haut : un premier élément de boîte de Petri destiné à recevoir la terre, un cadre de bois dont l'évidement circulaire, de même diamètre que les boîtes, porte un fin grillage métallique de 2 à 2,5 millimètres de maille, enfin une seconde capsule dont le trou central pratiqué pour l'aération, est obturé par une fine mousseline collée au-dessus.

Fig. 7. — Vue en plan des trois pièces constituant l'appareil pour l'obtention des œufs. (Ph. Ramadier.)

Les insectes en expérience, — et dont on a pu constater par ailleurs qu'ils sont en période de reproduction, — sont placés sous la capsule à mousseline. Celle du bas est emplie de terre humide ; il est même nécessaire qu'elle soit entièrement garnie et présente un léger « comble ». De cette façon, lorsque le grillage est bien appliqué, les *Lebia* sont en contact avec la terre. Dans mes premiers essais, en effet, je n'avais pas cru devoir procéder au remplissage total, escomptant que les œufs tomberaient sur la terre à travers le grillage. C'est ce qui se produit en particulier pour des Lépidoptères comme les *Ephestia*. Mais je n'ai rien observé de tel pour les *Lebia*. Devant cet insuccès, je garnis alors complètement la capsule. Bien m'en prit, car, en ôtant le dessus (cadre et capsule supérieure), je pus voir en surface — non les œufs — mais de menus agglomérats de 2 millimètres à peine [1]. Ces minuscules agrégats semblaient n'être composés, à première vue, que de particules terreuses ; examinés à la loupe binoculaire, ils se révélèrent, en réalité, comme abritant chacun en leur centre un œuf de *Lebia*.

Fig. 8. — Vue de profil du dispositif pour l'obtention des œufs, une fois monté. (Ph. Ramadier.)

Fig. 9. — Microphotographie d'une ponte de *L. grandis* ; une partie de l'œuf est visible et se détache au centre sous la forme d'un losange grisâtre. (× 400 env.) (Ph. Ramadier.)

La figure 9 donne la microphotographie d'un de ces agrégats, choisi précisément parce que l'œuf est incomplètement masqué. C'est la partie grossièrement losangique qui se détache en gris au centre. A gauche se trouve un grain de sable blanc, tandis que les particules d'humus noirâtres sont fixées sur le restant du pourtour.

Il pourrait venir à l'idée que cette manière de pondre si particulière, œuf par œuf, au lieu d'être normale, ne serait, en quelque sorte, qu'un *artefact*

[1] On conçoit que la manipulation de cet appareil exige quelques précautions : il faut avoir soin tout d'abord de bien égaliser la terre afin que les œufs ne puissent être confondus avec des particules sans intérêt ; l'ensemble cadre-capsule supérieure doit être enlevé bien verticalement ; enfin, et surtout, les agglomérats se distinguent plus aisément si l'on a soin *d'observer la surface de la terre de profil*, face au jour.

déterminé par l'appareillage. C'est ce dont j'ai voulu m'assurer. Pour cela, j'ai placé plusieurs couples d'insectes dans un cristallisoir d'assez grandes dimensions où se trouvait seulement un petit gâteau de terre humide. Or, j'ai pu recueillir dans cette expérience, au voisinage du gâteau, des agglomérats à un seul œuf, en tous points semblables à ceux que j'avais précédemment obtenus [1].

Je puis donc affirmer que, *chez Lebia grandis, la ponte s'effectue œuf par œuf, chacun d'eux étant enrobé de particules de terre qui le dissimulent et le protègent à la fois* [2]. Ils sont si parfaitement entourés en effet qu'on ne saurait concevoir qu'ils puissent l'être passivement. La femelle doit nécessairement intervenir en « pralinant » l'œuf qu'elle dépose. On s'explique ainsi que, dissimulés par une gangue et, en quelque sorte, « camouflés », les œufs ne puissent être visibles dans la terre où ils sont pondus. Et il est assez curieux, alors que l'on a ôté toutes les larves d'un bocal d'élevage, d'en voir surgir de nouvelles le lendemain, dans un milieu où l'on n'avait pu déceler la veille nulle trace de ponte.

L'œuf. — Il est possible de dégager l'œuf de sa gangue en le manipulant délicatement à l'aide d'un pinceau humide. Il se présente alors comme une masse ovoïde d'un jaune pâle, à surface lisse, sans ornementation (fig. 10). Peu turgescent, il se déprime facilement et est toujours entouré d'une matière visqueuse — probablement originaire de glandes accessoires de la pondeuse, — destinée à retenir les particules dont il est enrobé.

Un milieu sec est funeste aux œufs. L'éclosion nécessite une assez grande humidité, qui semble agir en assouplissant la coque et en déterminant l'évasion des larves captives. Si la sécheresse se prolonge, les larves meurent sans avoir pu se libérer.

Fig. 10.

Œuf de *L. grandis* dépouillé de sa gangue. Les ocelles et les mandibules de la jeune larve, déjà colorés, sont visibles à travers l'enveloppe.

L'incubation. — Il ne faut pas perdre de vue, pour déterminer la durée d'incubation, que les œufs sont situés dans la terre humide. La température du milieu est, par suite, nécessairement fluctuante; de plus, le degré indiqué au thermomètre est toujours supérieur à celui de l'œuf lui-même. Dans ces conditions, le fait de suivre pas à pas l'évolution des œufs à des températures rigoureusement déterminées, ne m'aurait donné que des précisions illusoires. J'ai préféré, au contraire, me rapprocher des conditions naturelles, et voici ma façon de procéder.

Dans un bocal où je suis certain que la reproduction se poursuit, je prélève les insectes que j'installe dans un second. Le temps qui s'écoule entre la mise des insectes dans ce dernier bocal et l'apparition des jeunes larves donne, *à 24 heures près,* la durée d'incubation. J'ai obtenu les chiffres suivants :

Incubation à température constante : 25° C. : 12 jours; 26-27° : 9-10 jours; 27-28° : 7-8 jours; 28-29° : 6-7 jours; et 30° : 5-6 jours.

Incubation à des températures fluctuantes : le tableau suivant résume les observations faites au cours de l'été 1937. Les cages étaient installées sur la paillasse de la salle des

[1] L'appareil décrit plus haut est toutefois préférable pour l'obtention des œufs car, la terre étant maintenue par le grillage, les agrégats sont beaucoup plus faciles à déceler.

[2] Un tel processus de ponte doit être général dans le genre *Lebia*, puisque Silvestri, moins heureux que moi, n'a pu observer l'œuf de *L. scapularis* et a dû, pour le décrire, le prélever sur une femelle gravide.

élevages, côté Sud, et recevaient le soleil une bonne partie de la journée. Le thermomètre marquait souvent jusqu'à 40° C.

DÉSIGNATION de L'ÉLEVAGE.	DATES.	TEMPÉRATURES			DURÉE D'INCUBATION.
		MINIMA.	MAXIMA.	MOYENNE (1)	
$E_4 - 2a$	21 juin–7 juillet.	16°	43°	26°4	16 jours.
$E_5 - 2a$	28 juin–8 juillet.	16°	43°	27°4	11 —
$E_6 - 2a$	3–16 juillet.	15°	43°	27°8	12 —
$E_{10} - 1a$	14–23 août.	18°	46°	31°2	9 —
$E_7 - 3a$	18–27 août.	15°	46°	32°2	9 —
$E_8 - 1a$					9 —
$E_9 - 2a$	23 août–3 sept.	15°	46°	30°2	11 —

(1) La moyenne a été calculée en divisant la somme des moyennes *journalières* par le nombre de jours. On peut voir qu'elle est assez significative, puisque, à mesure qu'elle augmente, la durée d'incubation diminue. Un seul résultat, le second, E_5-2a ne semble pas cadrer avec les autres, mais il ne faut pas oublier que ce sont là des températures fluctuantes, pouvant varier au surplus avec l'humidité de la terre.

Le pouvoir prolifique. — On conçoit qu'il est matériellement impossible d'étudier la fécondité au moyen du dispositif qui m'a servi à déceler la ponte. Ce système n'est bon, tout au plus, que pour l'obtention de quelques œufs. Il serait vain, en effet, de songer à procéder à un élevage, ne fût-ce même que d'un seul couple, dans un espace aussi restreint. Par cette méthode au surplus, un certain nombre d'œufs pourraient fort bien passer inaperçus. Dans ces conditions il ne reste qu'un seul moyen de se rendre compte du pouvoir prolifique des *Lebia :* c'est de recueillir, chaque jour, dans la terre des bocaux d'élevage où l'on a placé un nombre de reproducteurs déterminé, les jeunes larves du premier stade venant de naître, et que l'on dénombre au fur et à mesure.

Or, cette récolte des larvules du stade 1_a fait précisément partie intégrante de la nouvelle technique d'élevage que j'ai mise au point en mai-juin 1938 (1). J'ai donc déjà un certain nombre de documents en ce qui concerne la fécondité. Toutefois, il y a lieu de faire observer que le milieu obligatoire, la terre (même stérilisée), apporte des parasites (le plus souvent des Acariens), qui gênent larves et reproducteurs. Aussi faut-il avoir grand soin de les enlever chaque jour, aussi parfaitement que possible, sous peine de fausser les résultats. C'est précisément une opération à laquelle on ne procède pas toujours quand on n'a en vue qu'une production « extensive » de larves en vue de la multiplication. Pour ces raisons, je ne ferai donc état que de deux séries de résultats concernant des élevages que j'ai suivis de très près. (D'autres expériences sont en cours à l'heure aétuelle).

Élevage N_9 1938. — Il s'agit de 2 couples, sortis de terre le 6 mai et laissés jusqu'au 1er juin à la température du laboratoire. Le 1er juin, ils sont placés en bocal et mis en étuve à 30°. Le 10 apparaissent les premières larves, qui seront recueillies presque quotidiennement jusqu'à leur disparition. Voici un tableau donnant le nombre de larves obtenues. Les guillemets indiquent qu'au jour correspondant, la récolte n'a pas été opérée.

Ainsi, deux femelles s'étant reproduites à 30° pendant un peu plus d'un mois, ont donné à elles deux un total de 1.398 larves, soit en moyenne, à très peu de chose près,

(1) Voir plus bas, au chapitre spécial concernant la technique d'élevage.

700 larves par femelle. Nous allons voir, d'ailleurs, avec le second exemple, que ce n'est là qu'un minimum, la reproduction pouvant se prolonger, toujours en étuve à 30°, pendant plus de 4 mois.

DATES.	NOMBRE de LARVES.	OBSERVATIONS.	DATES.	NOMBRE de LARVES.	OBSERVATIONS.
10 Juin.....	34		1er Juillet....	16	
11 —	"		2 —	26	
12 —	"		3 —	"	
13 —	166		4 —	40	
14 —	"		5 —	10	
15 —	168		6 —	42	
16 —	81		7 —	44	
17 —	65		8 —	54	
18 —	48		9 —	42	
19 —	"		10 —	"	
20 —	66		11 —	"	
21 —	"		12 —	"	
22 —	"		13 —	75	1 ♂ mort, restent 2 ♀
23 —	60		14 —	"	
24 —	50		15 —	45	
25 —	86		16 —	32	
26 —	"		17 —	"	
27 —	50	1 ♂ mort.	18 —	12	1 ♀ morte.
28 —	42		19 —	7	la dernière ♀ meurt.
29 —	20		20 —	1	
30 —	16				
	952			446	

1.398

Élevage N_{18} 1938. — Il s'agit, ici encore, de 2 couples, sortis de terre entre le 25 août et le 5 septembre 1938. Ils sont laissés en cage jusqu'au 20 septembre, à la température du laboratoire, 18°-20°, et ne se sont donc nullement reproduits, ce qui n'était peut-être pas le cas des reproducteurs de l'élevage précédent. Le 30 septembre, ils sont placés en bocal et mis en étuve à 30°. Les premières larves apparaissent le 10 octobre, soit vingt jours après, et sont ramassées quotidiennement, sauf le dimanche. Un mâle meurt le 7 novembre et une femelle est écrasée accidentellement le 18 du même mois. A partir de cette date, il ne reste donc plus en élevage qu'un seul couple, qui continuait à se reproduire encore le 21 janvier, date à laquelle j'ai arrêté les chiffres. Le tableau de la page suivante donne les quantités de larves récoltées chaque jour.

Ainsi, deux couples ont donné 2.583 larves. Mais, si l'on tient compte qu'une femelle est morte en cours d'élevage le 18 novembre et que les œufs qu'elle a pondus ont donné des larves jusqu'au 23, en prenant la moitié du total des larves récoltées jusqu'à cette date, nous aurons la moyenne des deux couples. *La femelle survivante aura donc fourni en réalité un total de 1.548 larves au 21 janvier, date à laquelle l'expérience est close.*

Le pouvoir prolifique des *Lebia* est donc assez important et pourrait même d'après ces exemples, être supérieur à celui du Doryphore. (Bien qu'une seule femelle de la Chrysomèle puisse donner jusqu'à 2.500 œufs, la moyenne oscille autour de 700 à 800 seulement.)

Par conséquent, cette grande fécondité des *Lebia* compense la déperdition de leurs larves dans le sol et met en relief l'intérêt du prédateur. On sait, en effet, que les

parasites à puissance reproductrice inférieure à celle de l'hôte, n'ont guère d'utilité pratique [1].

DATES.	NOMBRE de LARVES recueillies.	OBSERVATIONS.
10 octobre ...	33	
11 — ...	21	
12 — ...	38	
13 — ...	33	
14 — ...	52	
15 — ...	79	
16 — ...	115	
17 — ...		
18 — ...	54	
19 — ...	51	
20 — ...	43	
21 — ...	52	
22 — ...	47	
23 — ...	39	
24 — ...		
25 — ...	42	
26 — ...	90	
27 — ...	77	
28 — ...	65	
29 — ...	86	
30 — ...	154	
31 — ...		
1er novembre.	»	
2 — .	85	
3 — .	46	
4 — .	30	
5 — .	46	
6 — .	81	1 ♂ mort.
7 — .		
8 — .	38	
9 — .	40	
10 — .	36	
11 — .	45	
12 — .		
13 — .	126	
14 — .		
	1.744	

DATES.	NOMBRE de LARVES recueillies.	OBSERVATIONS.
15 novembre .	50	
16 — .	38	
17 — .	31	
18 — .	7	1 ♀ morte.
19 — .	50	
20 — .	111	
21 — .		
22 — .	37	
23 — .	25	
24 — .	14	
25 — .	1	
26 — .	14	
27 — .	37	
28 — .		
29 — .	9	
30 — .	13	
1er décembre.	1	
2 — .	7	
3 — .	13	
4 — .	18	
5 — .		
6 — .	9	
7 — .	2	
8 — .	6	
9 — .	1	
10 — .	0	
11 — .	4	
12 — .		
13 — .	3	
14 — .	5	
15 — .	5	
16 — .	5	
17 — .	7	
18 — .	4	
19 — .		
	527	

DATES.	NOMBRE de LARVES recueillies.
20 décembre .	7
21 — .	9
22 — .	9
23 — .	0
24 — .	6
25 — .	25
26 — .	
27 — .	8
28 — .	11
29 — .	20
30 — .	13
31 — .	11
1er janvier...	18
2 — ...	
3 — ...	15
4 — ...	5
5 — ...	6
6 — ...	6
7 — ...	7
8 — ...	11
9 — ...	
10 — ...	4
11 — ...	21
12 — ...	13
13 — ...	14
14 — ...	9
15 — ...	14
16 — ...	
17 — ...	12
18 — ...	14
19 — ...	16
20 — ...	7
21 — ...	1
	312

2.583

Influence de la température sur le comportement. — On conçoit, pour les raisons que j'ai déjà énoncées plus haut : impossibilité d'observer les accouplements de façon courante, pontes « camouflées », que la détermination du seuil de l'activité génésique soit assez délicate. Cependant plusieurs séries d'expériences me permettent, d'ores et déjà, de poser quelques jalons.

Disons tout d'abord que contrairement à ce qui se passe chez l'Hémiptère *Podisus maculiventris* Say [2], *Lebia grandis* n'atteint pas sa maturité sexuelle dès l'ultime méta-

[1] Voir, en particulier : W. R. Thompson : La théorie mathématique de l'action des parasites entomophages. (*Rev. gener. Sciences*, 34, 1923, p. 202-210.)

[2] A. Couturier, *op. cit.*

morphose. Il y avait donc lieu, pour l'étude de l'influence de la température sur le comportement des insectes, de distinguer les individus déjà adultes de ceux venant de sortir de terre. Je comparerai donc, aux diverses températures, le comportement des insectes artificiellement tirés de diapause à celui des individus venant de se métamorphoser. L'étude de l'élevage de 1937, qui me retiendra ensuite, me conduira à envisager en dernier lieu l'évolution probable dans la Nature, à la lumière des résultats déjà obtenus en laboratoire.

Comportement au-dessous de 15°. — Prenons l'exemple de l'hibernation 1936-1937. Les insectes sont mis en chambre froide le 22 octobre après avoir été abondamment nourris jusqu'à cette date. De novembre à mars, la température oscille entre 8 et 12°. Elle se relève un peu les deux mois suivants et varie entre 10 et 15° jusqu'à fin avril. Les derniers insectes sont tirés d'hibernation le 30 mai et, depuis le début du mois, le thermomètre marque de 15 à 20°.

Cette température de 8-12° s'est avérée excellente pour la conservation des adultes pendant l'hiver. Ils demeurent tapis sous les écorces et les mousses, à la surface de la terre, et ne remuent que faiblement si on les dérange. L'alimentation est nulle et cependant les *Lebia* subsistent parfaitement si on a soin d'entretenir une humidité suffisante en arrosant la terre. Dans certaines cages, *après huit mois d'hibernation, le pourcentage des survivants atteignait jusqu'à 84 p. 100; il n'est jamais descendu au-dessous de 77 p. 100* dans les autres.

Comportement à 18-20°. — Élevage T_1 1938. — Le 24 septembre 1938, je mets en observation 2 couples venant de sortir de terre, dans un bocal[1] à la température de mon laboratoire, qui oscille entre 18 et 20°. Après l'importante alimentation consécutive à la naissance, la consommation journalière des 4 individus tombe à 2 larves par jour, soit une larve de Doryphore du 3e âge par insecte tous les deux jours. Nulle trace de larves de *Lebia* le 12 décembre, donc pas de reproduction après deux mois et demi d'élevage.

Comportement à 25°. — Élevage E_1 1936-1937. — Le 1er novembre 1936, je place 4 femelles et 2 mâles tirés de diapause dans une cage mise elle-même en étuve. Celle-ci est tout d'abord chauffée au moyen de lampes électriques, éteintes pendant la nuit pour ne pas gêner l'alimentation. De ce fait, la température oscille entre 15 et 25° pendant les mois de novembre et décembre. La prise de nourriture est presque nulle, la reproduction n'intervient pas. En présence de cet échec, le 5 janvier, je change le mode de chauffage. J'ôte les lampes et je règle l'étuve à 25° au moyen de résistances. Une dizaine de jours après, la consommation augmente sensiblement et le 26 janvier apparaissent les premières larves. Les mêmes insectes, changés de cage le 4 février, continuent à reproduire, toujours à 25° : de jeunes larvules apparaissent à leur tour dans la nouvelle cage dès le 15 février.

Ainsi la ponte peut intervenir chez les insectes tirés de diapause, et placés à une température constante de 25°. Examinons maintenant, en parallèle, la maturation sexuelle à cette même température.

Élevage T_2 1938. — Le 23 septembre 1938, 2 couples sortis de terre le jour même sont placés dans un bocal en étuve à 25°. Les premières larves n'apparaîtront que le 4 décembre, soit après soixante-treize jours d'élevage.

En résumé, dans le premier cas, les insectes tirés d'hibernation ont été maintenus pendant deux mois entre 15° et 25° et pendant vingt jours à une température constante de 25° avant qu'apparaissent les premières larves indiquant la reproduction. Dans la 2e expérience, il a fallu deux mois d'étuve avant que la ponte puisse être déclenchée. Par conséquent, à la température de 25°, qu'il s'agisse d'insectes tirés de diapause, ou d'adultes nouveau-nés, le réveil des ovaires et leur maturation sont extrêmement lents.

Comportement à 26-27°. — Élevage E_2 1937. — 3 couples sont tirés d'hibernation le 8 mars. Ils passent de la température de 10-13° à 18-20° jusqu'au 15 mars, par mesure de transition. A cette date, ils sont placés en étuve à 27°. Les premières larves apparaissent le 6 avril, ce qui fait remonter les pontes correspondantes vers le 27-28 mars, soit 12-13 jours après la mise en étuve.

[1] Les bocaux d'élevage sont de simples vases de verre cylindriques emplis aux trois quarts de terreau stérilisé humide, avec quelques morceaux d'écorce pour servir d'abris aux insectes. Ils sont fermés à l'aide d'une fine mousseline maintenue par un bracelet de caoutchouc.

Élevage E_1 1938. — 3 couples tirés d'hibernation le 25 décembre 1937. Ils passent comme dans l'exemple ci-dessus, de 10-13° à 18-20° dans la salle des élevages où ils sont laissés jusqu'au 28. A cette date, ils sont mis en étuve à 26-27°. Le 12 janvier, apparition des premières larves, soit quinze jours seulement après la mise en étuve.

Je n'ai pas encore étudié le comportement des insectes venant de sortir de terre à cette température.

Comportement à 30°. — Élevage N_{18} 1938. — Il s'agit de 2 couples d'imagos formés entre le 25 août et le 5 septembre. Jusqu'au 20 septembre, ils sont laissés à la température du laboratoire, 18-20°, et ne se sont pas reproduits. Le 20 septembre, ils sont passés en étuve à une température constante de 30°. Au bout de 10-12 jours, le nourrissage augmente et les premières larves apparaissent le 10 octobre, d'où *premières pontes vers le 4, soit 14 jours après la mise en étuve.*

Élevage N_{19} 1938. — Reproducteurs sortis de terre à la même époque que ceux de l'élevage précédent. Mais, depuis le 4 novembre, ils étaient au dehors, dans un insectarium, à une température oscillant entre 5 et 12°. Les insectes sont tirés de diapause le 17 novembre. Par mesure de transition, ils demeurent dans la salle des élevages à 18-20° pendant 24 heures seulement. Ils sont mis en étuve à 30° le lendemain, 18 novembre. Or, les premières larves apparaissent le 6 décembre, soit 17 jours après la mise en étuve. Donc, *premières pontes 11 jours après.*

Voyons maintenant le comportement d'insectes venant de quitter le sol, à la même température.

Élevage N_6 1938. — Le 29 avril 1938, 2 couples, sortis de terre le jour même, sont placés en étuve à 30°. Au bout d'une quinzaine de jours, vers le 13 mai, l'alimentation augmente : 3 à 4 larves de Doryphore du 3e âge par insecte. Le 21 mai enfin, les jeunes larves apparaissent dans la terre du bocal.

Élevage N_5 1938. — Expérience analogue à la précédente. Mais il ne s'agit cette fois que d'un seul couple, qui, venant de sortir de terre le 2 mai, est immédiatement mis en étuve à 30°. Les premières larves apparaissent dès le 21 mai, 20 jours après. La ponte et les premiers accouplements remontent donc au 15 mai environ, soit une douzaine de jours seulement après la sortie de terre.

En résumé, qu'il s'agisse d'individus déjà adultes et artificiellement tirés de diapause, ou d'insectes nouvellement formés, la mise en activité des ovaires réclame le même laps de temps. A 30°, la reproduction commence dès 11-12 jours après la mise en étuve. Le réveil rapide des ovaires à cette température me l'a d'ailleurs fait choisir comme température d'élevage. A 25°, la maturation sexuelle est très lente et demande environ deux mois. A 18-20°, l'activité et l'alimentation sont presque nulles, la reproduction n'a pas lieu.

En conclusion, *la température-seuil pour la prise de nourriture précédant la reproduction et pour la ponte elle-même se place entre 20 et 25°.* Etant donné d'ailleurs la lenteur de la maturation sexuelle à 25°, il est à présumer que la température-seuil doit fort s'en approcher. Au-dessous de 15°, s'arrête toute activité; les insectes sont en diapause.

Une dernière remarque enfin, *Lebia grandis peut être mis en activité à toute époque de l'année. Il suffit de soumettre l'insecte à une température convenable. Pendant l'hiver, la mise en étuve à 30° ranime les ovaires de la femelle et déclenche la ponte.* Les larves apparaissent 17 à 20 jours après.

IV. Cycle évolutif et biologie larvaire.

La première forme larvaire : Stade 1_a. — Si je n'ai pas encore pu observer l'éclosion, j'ai cependant surpris la jeune larve naissante en train de se dégager de la coque ovulaire (fig. 11). C'est le *stade 1_a* que je désigne ainsi à la suite de Silvestri, par homologie avec le stade correspondant de *L. scapularis.* Ce sont précisément ces minuscules larvules, de 3 à 4 mm. de long et d'un demi-millimètre à peine de large, qui révèlent la reproduction

lorsqu'on les voit apparaître dans la terre des bocaux d'élevage; ce sont elles que l'on recueille journellement en vue de la multiplication [1].

Au sortir de l'œuf, la jeune larve est entièrement blanche, sauf les ocelles qui sont colorés. Elle ne se pigmente que de 4 à 6 heures après, suivant la température : la tête se colore en acajou, tandis que le thorax et les tergites de l'abdomen prennent une teinte brunâtre nettement plus foncée. C'est une larve staphyliniforme typique (fig. 18), à grosse tête et dont le reste du corps va s'amenuisant jusqu'au telson. Cette forme, il faut le reconnaître, est favorable à la pénétration dans un milieu compact comme le sol. Les antennes à longs poils sensitifs, les palpes, et les mandibules, sont bien développés et révèlent la larve carnassière (fig. 22, 24, 30). Deux cerques quadrisegmentés, mobiles, prennent attache à la partie dorsale du dernier segment.

Ces larvules peuvent subsister quelque temps sans prendre de nourriture : 3 à 4 jours à 26-27° et jusqu'à 5 jours à 18-20°, à condition toutefois d'être maintenues dans un

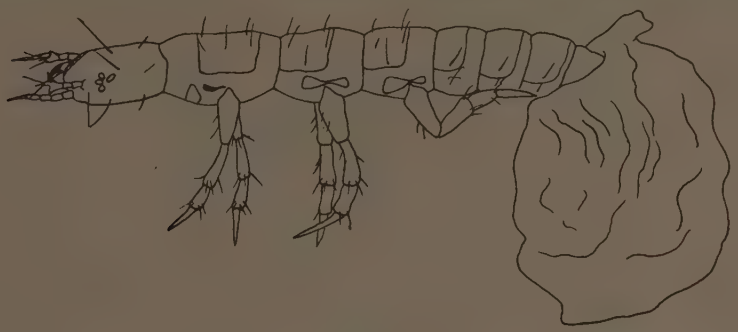


Fig. 11. — Jeune larve de *L. grandis*, en train de se dégager de la coque ovulaire.

milieu humide. Au bout de 4 jours de jeûne, mises en présence d'une proie convenable, elles s'en nourrissent avec avidité et suivent le cours normal de leur développement. Par contre, *elles sont extrêmement sensibles à la sécheresse : placées dans un milieu absolument dépourvu d'eau, elles meurent en quelques heures.*

Très agiles, on peut les voir courir à la surface du sol. Cependant, et surtout quand le sol est meuble, elles ne tardent pas à s'enterrer. Aussi, pour étudier leur comportement, ai-je eu recours à une cage spéciale. Elle consiste essentiellement dans un cadre de bois vertical, de 30 cm. de haut et de 25 à 26 cm. de large dans lequel peuvent coulisser deux plaques de verre séparées par un intervalle de 7 mm. seulement. La terre humide se place dans l'espace compris entre les deux vitres. Deux volets de bois amovibles s'appliquant de chaque côté donnent l'obscurité, afin de réaliser les conditions naturelles. Une pièce de bois, qui s'encastre dans la partie supérieure de l'appareil, forme couvercle.

Cette cage m'a été précieuse pour étudier le comportement du premier stade par rapport au Doryphore. Il suffit pour cela de faire enterrer une quinzaine de larves nymphosables et de placer à la suite un certain nombre de jeunes larves de *Lebia*. On referme la cage, et on remet en place les volets. Le lendemain, on peut déjà voir les larves de Doryphore enterrées à diverses profondeurs. Chacune d'elles, s'étant ménagé une logette,

[1] Voir plus bas, au chapitre de la technique d'élevage

est désormais immobile dans l'attente de la nymphose, et parfaitement visible. Le diamètre de la cellule étant, en effet, supérieur à l'épaisseur de terre, n'a pu être réalisé que dans le plan vertical tandis que le verre a été « nettoyé » de chaque côté. On est donc en présence d'une coupe du sol presque parfaite.

Deux jours après la mise en expérience, *il est possible de distinguer plusieurs larves de* Lebia, *chacune d'entre elles en rapport avec une larve de Chrysomèle, et circulant dans la logette. Bientôt, la minuscule larve de Carabique se met en devoir d'attaquer celle de Doryphore et va effectuer à ses dépens toute sa croissance.*

Ainsi, dans l'expérience que je viens de décrire, et dans la nouvelle technique d'élevage, où les larves de *Lebia* sont placées en surface dès l'entrée en terre de la larve de Doryphore, c'est à l'état de larve que le Doryphore est attaqué. Cependant, la nymphe peut l'être aussi bien et cela doit se produire couramment dans la Nature. Du reste, pour l'étude de la croissance et des métamorphoses, je ne me sers que de nymphes; celles-ci présentent en effet l'avantage d'une immobilité presque absolue, que la larve acquiert seulement au moment de la nymphose.

En conclusion, de même que les larves primaires de L. scapularis *se nourrissent aux dépens de larves sur le point de se nymphoser et de nymphes de* Galerucella luteola, *les larves du premier stade de* Lebia grandis *parasitent les larves en mal de nymphose et les nymphes du* Leptinotarsa decemlineata *Say, à l'intérieur du sol.*

J'ai voulu m'assurer si la larve de *Lebia grandis* était aussi strictement inféodée au Doryphore que l'insecte parfait. Je me suis adressé pour cela à des nymphes de quelques Chrysomélides courants et dont la nymphose se produit dans le sol, tout comme pour la Chrysomèle de la Pomme de terre.

A diverses reprises, j'ai tenté de nourrir de jeunes larves de *Lebia* au moyen de nymphes de *Phyllodecta* sp. (il s'agissait de *vitellinae* ou *vulgatissima*). Chaque fois, j'ai abouti à un échec, soit que les nymphes demeurent intactes, *soit même, ainsi que j'ai pu le constater plusieurs fois, que les larves de* Lebia *périssent après s'y être attaquées.*

Semblable échec s'est produit également, en ce qui concerne les nymphes d'*Ageslastica alni* L. Tout comme pour l'insecte parfait, je n'ai eu de succès jusqu'ici qu'avec une seule espèce : le Criocère de l'Asperge, dont les nymphes, ou les larves nymphosables, sont volontiers acceptées. Je m'empresse d'ajouter immédiatement que ce n'est d'ailleurs là qu'un demi-résultat : *la nymphe de* Crioceris asparagi, *de trop faibles dimensions, ne suffit pas à assurer le complet développement de la larve, qui meurt d'inanition au premier stade* [1].

Enfin, tout comme l'insecte parfait refuse les larves de l'espèce si proche parente : le Criocère à 12 points, de même les larves du stade 1_a n'acceptent pas de se nourrir des nymphes de cette espèce.

La deuxième forme larvaire : Stade 1_b. — Qu'il s'agisse de larve ou de nymphe, le mode d'attaque est toujours le même : *c'est toujours par la partie postérieure que la larve de* Lebia *entame sa proie* (fig. 12). Pour la nymphe, en particulier, l'attaque se produit à l'un des ultimes segments de la partie dorsale. Ainsi, les ganglions nerveux, situés dans la partie antérieure, restent intacts jusqu'au dernier moment et *la larve de* Lebia *a toujours à sa*

[1] Après avoir dévoré une nymphe de *C. asparagi*, une larve de *Lebia grandis* n'arrive à peser qu'à peine 6 milligrammes, tandis qu'elle parvient à 45-75 milligrammes par l'alimentation avec une nymphe de Doryphore.

disposition une chair vivante. A remarquer aussi qu'il ne se produit aucune hémorragie : le point par où une nymphe est attaquée ne laisse pas exsuder de liquide sanguin, la larve possédant sans doute une sécrétion spéciale agissant comme hémostatique.

Ainsi peu à peu, *et bien que ne subissant pas de mue,* la larve grossit au fur et à mesure que s'opère la nutrition. La chitine se distend (comme cela se produit pour l'abdomen des reines de Termites par exemple), les tergites qui se trouvent à chaque segment s'écartent, et l'on aboutit finalement, par des transitions insensibles, à la *larve du stade* 1_b (fig. 19), nommée encore ainsi par homologie avec la forme correspondante de *L. scapularis.* Puisqu'il n'y a pas eu d'exuvie, en effet, cette larve représente le même stade que la jeune larvule sortant de l'œuf. Ce sont les mêmes pièces chitineuses, et la tête en particulier est demeurée identique à elle-même. Cependant, elle présente un faciès si différent qu'il justifie une seconde dénomination. De 3-4 mm., elle est passée à 12-14 ; elle est devenue fusiforme, massive, et le tissu adipeux accumulé, parfaitement visible à travers la chitine transparente, lui a donné une belle teinte mate, d'un blanc de porcelaine. Les pattes, ayant conservé aussi les mêmes dimensions, sont devenues trop courtes pour l'aider à se déplacer. Aussi, cette larve ne présente-t-elle plus que des mouvements paresseux qui contrastent avec l'agilité du stade 1_a. Enfin, tandis que ce dernier était rectiligne, le stade 1_b, à la fin de l'alimentation, a pris une forme arquée, concave sur la partie dorsale.

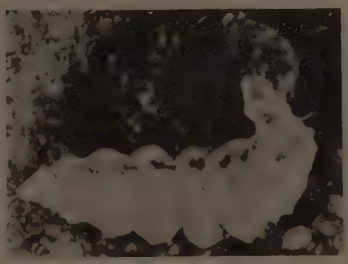


Fig. 12. — Expérience d'alimentation du 1er stade avec une proie supplémentaire : stade 1_b dévorant une seconde nymphe de Doryphore ; remarquer l'attaque par la partie postérieure. (Gr. : 4.) — (Ph. Ramadier.)

Fig. 13. — Dispositif d'élevage pour l'étude du cycle évolutif et de la croissance pondérale. (Ph. Ramadier.)

Dans les conditions naturelles, enfermée dans sa logette comme dans une cellule, et d'ailleurs incapable de s'en évader, force est donc à la larve de *Lebia* de se contenter de la proie, petite ou grosse, qu'elle a rencontrée. Et il est à noter que, dans tous les cas, *la nymphe (ou la larve) de Doryphore est entièrement dévorée, pattes et tête comprises, quelle que*

soit sa grosseur. Cela m'a amené à penser qu'on pourrait être en présence d'un nourrissage « incomplet » déterminé par ce mode si particulier d'ectoparasitisme. Aussi ai-je envisagé de prolonger l'alimentation au delà d'une nymphe. Mais les expériences que je poursuis actuellement à ce sujet n'étant pas encore assez avancées, je n'en ferai pas état dans ce travail. Cependant, je puis déjà indiquer les résultats intéressants que j'ai obtenus en faisant l'étude de la *croissance pondérale*, dans les conditions ordinaires.

Quelques mots sur la technique dont je me suis servi. J'utilise simplement une boîte de Petri de 5,5 cm. de diamètre. Le dessous est empli de terre stérilisée humide, et je ménage, au centre, à l'aide d'un tube à fond rond, une logette hémisphérique d'un centimètre de diamètre environ. C'est dans cette pseudo-cellule que je mets en présence la nymphe de Doryphore et la jeune larve de *Lebia* du stade 1_a dont je veux étudier la

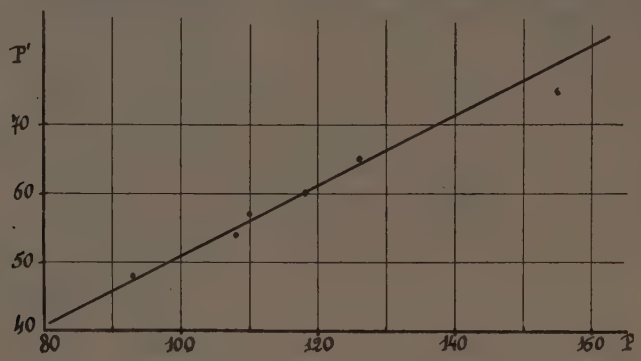


Fig. 14. — Diagramme de la variation du poids maximum du stade 1_b en fonction de celui de la nymphe dévorée.

croissance (fig. 13). L'étiquette collée sur le couvercle donne l'obscurité. Avec ce système l'évolution se poursuit normalement, et il m'est facile de prendre la larve pour effectuer les pesées, et de la replacer auprès du reste de la proie, afin qu'elle continue à se nourrir.

J'ai pu ainsi constater que *le poids maximum du stade 1_b, coïncidant avec le terme de l'alimentation, est fonction linéaire de celui de la nymphe dévorée.* Le tableau suivant, donne pour quelques exemples étudiés, les poids P des nymphes de Doryphore proposées comme proies, ceux P' du stade 1_b correspondant, à *la fin de l'alimentation*, ainsi que le rapport $\frac{P'}{P}$ qui, comme on peut le constater, est sensiblement constant, et oscille autour de 1/2. D'autre part, la figure 14 donne le graphique construit au moyen de ces chiffres ; en ordonnées ont été portés les poids P' et en abscisses les poids P : le lieu des points obtenus peut être assimilé à une droite de pente 1/2.

NUMÉRO de L'OBSERVATION.	POIDS P [1] de la NYMPHE DE DORYPHORE.	POIDS P' [1] DU STADE 1_b à la fin de l'alimentation.	RAPPORT $\frac{P'}{P}$
—	—	—	—
10	93	48	0,51
5	108	54	0,50
11	110	57	0,51
12	118	60	0,50
15	126	65	0,51
9	155	75	0,48

[1] Les poids sont exprimés en milligrammes. Ils ont été évalués par la méthode de la double pesée, à l'aide d'un trébuchet sensible au milligramme.

Quant à la *croissance pondérale* dont la fig. 15 donne le graphique, elle est rapide, le poids maximum étant atteint dès le 5e jour, à 25°. *La partie ascendante de la courbe qui concerne le stade 1 b aurait la forme d'une parabole si les points étaient plus rapprochés* [1]. Or cela correspond aux processus biologiques. Au premier stade, la larve se nourrit sans se transformer, se contentant de mettre en réserve le tissu adipeux, matière première des métamorphoses futures. En somme, elle accumule de l'énergie sans en dépenser [2] et c'est bien ce qu'exprime l'allure du graphique.

L'alimentation terminée faute de proie, la larve demeure à ce stade encore quelque

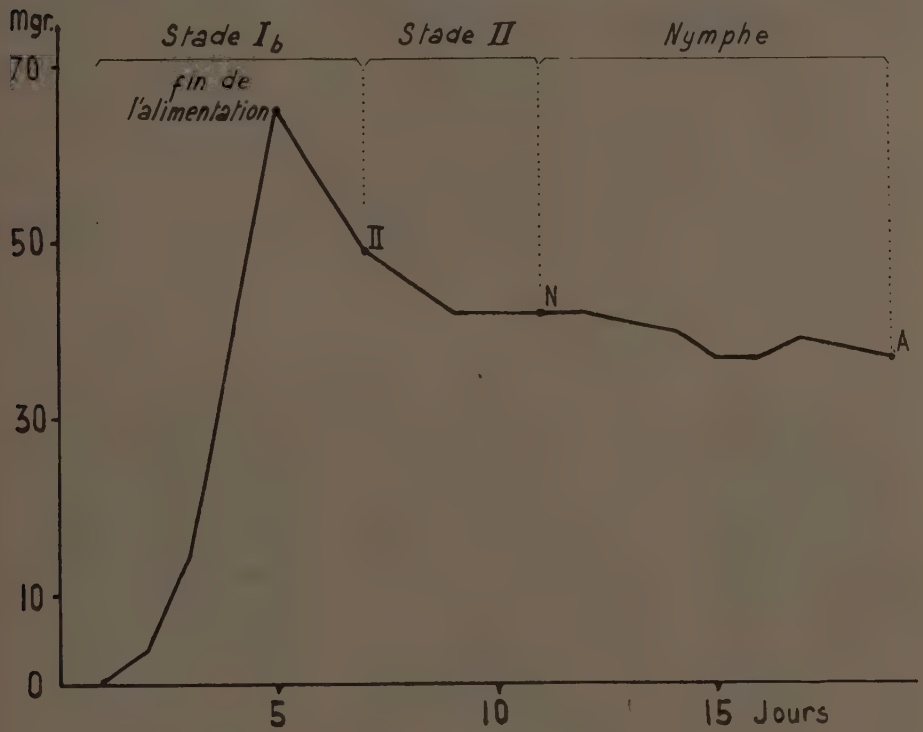


FIG. 15. — Diagramme de la croissance pondérale de *L. grandis*.

temps : ordinairement quarante-huit heures à 25°, et pendant ce délai elle subit déjà une importante diminution de poids. (Voir graphique.)

Chez *L. scapularis*, le stade correspondant s'enferme dans un cocon tissé au moyen d'une soie sécrétée par les tubes de Malpighi, et filée par l'orifice anal. Rien de semblable chez *Lebia grandis*. Toutefois, la larve perfectionne la logette grossièrement établie par la larve de Doryphore ; elle la rend lisse et bien close en agglutinant les grains de terre au moyen d'une sécrétion salivaire brunâtre.

Finalement, *le stade 1 b mue et donne naissance à une forme véritablement nouvelle : le stade II* (fig. 20).

[1] Le relevé des poids n'a été opéré que toutes les vingt-quatre heures à l'aide d'une balance sensible au milligramme. Je compte d'ailleurs reprendre de plus près cette question si intéressante de la croissance de *Lebia grandis* dès que j'aurai à ma disposition un instrument plus sensible.

[2] Exception faite seulement du métabolisme d'entretien.

La troisième forme larvaire : Stade II. — Si cette nouvelle larve a, à peu près, les mêmes dimensions et le même aspect massif, fusiforme, que la stade 1_s, elle présente, par ailleurs, de profondes différences. Les plaques chitineuses, les cerques ont disparu. Nulle trace de pigmentation : la tête elle-même et les pattes sont blanches. Le tissu adipeux, d'un blanc de porcelaine dans le premier stade, est devenu franchement jaunâtre, indice que le métabolisme a progressé. Enfin et surtout, la morphologie de la tête est totalement modifiée. *Antennes, pattes et mandibules, si bien développés dans le premier stade, sont réduits à l'état de moignons* (fig. 23, 25, 31, 35).

Or cette réduction des appendices céphaliques est, il faut bien en convenir, en rapport avec la vie de la larve. Claquemurée dans la cellule dont elle ne saurait s'évader, nul besoin d'antennes pour se diriger; pas de vivres dans la prison, palpes et mandibules d'insecte carnassier seraient donc tout à fait superflus. Ces appendices dégradés ne semblent, en somme, être là que comme des jalons d'attente, avant que prennent place ceux, à nouveau bien développés, de l'imago prédateur.

S'il ne se nourrit et ne se déplace, ce second stade n'est toutefois pas absolument immobile. Il présente des mouvements de flexion de la partie antérieure se renversant sur la région terminale et qui ne cessent que lorsque la nymphe est totalement formée.

La nymphe. — Entre le stade II et la nymphe, existe, chez *L. scapularis* une forme intermédiaire que Silvestri désigne sous le nom de *prénymphe*. Ce stade supplémentaire possède une tête assez semblable à celle de l'adulte, un méso et un métathorax présentant déjà les premières ébauches alaires, tandis que l'adbomen conserve encore ses dix segments. Cette *prénymphe* donne, *grâce à une autre mue*, la véritable nymphe qui ne compte plus que huit segments visibles à l'abdomen.

Fig. 16. — Nymphe de *L. grandis*, veille de la métamorphose en imago. (Gr. : 5.) (Ph. Ramadier.)

Fig. 17. — Imago de *L. grandis* nouvellement formé, dans sa cellule de terre. (Gr. : 3.) (Ph. Ramadier.)

Or, rien de tel chez *Lebia grandis* où l'on passe directement du stade II à la nymphe. A 25°, cette métamorphose s'opère au bout de quatre à cinq jours de second stade et sans que cela se traduise par un changement sensible dans le poids. Le nymphe, par contre, et ceci surtout à la fin du stade, au moment de la transformation en adulte, subira une légère diminution de poids.

Cette nymphe, dont je donnerai les traits essentiels au chapitre suivant avec ceux des autres stades, n'a rien de très remarquable. Elle a le faciès typique que l'on rencontre chez les Coléoptères, mesurant de 6 à 7 millimètres de longueur. Nouvellement formée elle est d'un blanc diaphane, presque transparent. Les yeux se colorent d'abord, puis les mandibules, et enfin le reste du corps (fig. 16). A 25° la métamorphose se produit au bout de cinq à six jours : l'adulte se forme, prend vie et mouvement.

L'insecte parfait. — La figure 17 représente l'insecte parfait dans sa thèque de terre qu'il n'a pas encore quittée. Au moment de la métamorphose, la pigmentation n'est pas

commencée, les élytres en particulier sont encore entièrement blanches et n'acquièrent leur belle teinte violette qu'au bout de vingt-quatre heures environ. Le ventre se colore enfin en dernier lieu au bout de deux jours. Et ce n'est que deux à trois jours après que l'imago brise sa cellule et surgit à l'air libre.

Durée du cycle. — Ainsi, à 25°, la durée du cycle évolutif, du début de l'alimentation du premier stade à l'ultime métamorphose en imago, est d'environ dix-sept jours : le premier stade en réclame 7 : cinq jours de prise de nourriture et deux jours d'attente ; le stade II, quatre à cinq jours et la nymphe six à cinq.

Il est d'ailleurs à noter que, dans la terre humide où se produit l'évolution, une différence de température de quelques degrés ne se fait guère sentir, et les résultats précédents sont valables pour l'intervalle 23-27°. *A 18-20°*, par contre (température du laboratoire pendant l'expérience), l'évolution est nettement plus longue : le premier stade demande douze à seize jours, le stade II quinze à dix-sept, la nymphe trente à trente-cinq, en sorte que le cycle peut durer parfois plus de deux mois ; soit environ *trois fois plus de temps qu'à 25°*. Dans les conditions naturelles, de juin à septembre, l'évolution, de l'apparition des jeunes larves à la sortie de terre des premiers imagos, réclame environ un mois.

En résumé, les caractéristiques essentielles du cycle évolutif de *Lebia grandis* sont les suivantes :

— de l'entrée en terre de la jeune larve sortant de l'œuf (*stade 1_a*) à la résurgence de l'insecte parfait, *l'évolution tout entière se passe à l'intérieur du sol.* Nous verrons, au chapitre concernant la technique d'élevage, tous les inconvénients que cela entraîne.

— *le premier stade larvaire, qui paraît aussi étroitement inféodé à la Chrysomèle de la Pomme de terre que l'imago lui-même, se comporte en ectoparasite par rapport aux larves en mal de nymphose et aux nymphes du Doryphore.* Étant donné, du reste, qu'une seule proie suffit à assurer le développement de l'insecte, cette particularité biologique est des plus précieuses pour la multiplication.

— *le développement enfin, est complexe.* La jeune larve du *stade 1_a*, se nourrissant de la larve ou de la nymphe de Doryphore, prend, peu à peu, un faciès différent ; elle accumule du tissu adipeux et devient fusiforme ; c'est *le stade 1_b*. *Ce dernier mue*, donnant une forme larvaire différente, ne se nourrissant pas, sorte de stade d'attente : *le stade II*. Celui-ci, à son tour, subit une *seconde métamorphose* d'où sort *la nymphe* qui donnera enfin *l'imago*. Ce dernier se pigmente au bout de vingt-quatre à quarante-huit heures, brise sa cellulle de terre, et surgit à la surface du sol.

Évolution au laboratoire à la belle saison. Nombre de générations annuelles. — Je n'ai eu, jusqu'en 1937 inclusivement, qu'un petit nombre de *Lebia*, sur lesquels il m'a fallu veiller avec grand soin pour maintenir la souche. Aussi, ne me suis-je pas hasardé jusqu'alors à les faire hiverner au dehors, et je n'ai pu encore observer leur comportement dans les conditions naturelles. Toutefois, j'ai suivi de près en 1937 la reproduction dans la salle des élevages de la station. Les cages, placées sur la paillasse du côté Sud, recevaient le soleil une bonne partie de la journée ; les fenêtres étant ouvertes nuit et jour, c'étaient donc, à peu de choses près, les conditions du dehors. Je pourrai donc, sans trop m'avancer, tabler sur ces résultats pour en inférer ce qui doit se passer

dans la nature, en ce qui concerne notamment le nombre de générations annuelles. Voici, à ce sujet, le détail de quelques observations de l'élevage 1937.

Élevage E_4 1937. — 7 femelles et 4 mâles sont tirés d'hibernation le 19 avril. Ils passent de 13-16° (température de la chambre «froide») à 20-22° (température de la salle des élevages). Le 24 avril, ils sont retirés de la cage d'hibernation et placés dans une nouvelle, sur la paillasse Sud de la salle. La température oscille entre 15 et 40°. Le 15 mai, n'ayant pas encore constaté l'apparition des larves, je place la cage en étuve à 25°. Les premières larves surviennent le 22. Or, l'incubation des œufs nécessitant de 11 à 12 jours à 25°, il faut en conclure que *la ponte avait déjà commencé vers le 10 mai, à la température de la salle des élevages.*

Élevages E_6 1937 et E_7 1937. — Les reproducteurs, 6 femelles et 4 mâles d'une part, 5 femelles et 3 mâles d'autre part, sont tirés d'hibernation le 15 mai. Dès le 10 mai, d'ailleurs, la température oscillant entre 15 et 20°, l'alimentation avait commencé. Les insectes sont laissés dans les cages d'hibernation, dans la salle des élevages, du 15 au 29 mai. A cette dernière date, ils sont transférés dans de nouvelles. Or, les premières larves apparaissent le 6 juin dans la cage E_7 et le 7 juin dans la cage E_6, soit 7 et 8 jours seulement après la mise en élevage. C'est dire que les femelles ont pondu dès leur mise en cage et qu'elles avaient même dû se reproduire auparavant, dans la cage d'hibernation.

Voyons maintenant l'évolution des *Lebia* issus de ces reproducteurs. Les insectes parfaits de la nouvelle génération sont sortis de terre dans E_6 et E_7 du 23 juillet au 5 août. Ces jeunes adultes, placés à leur tour en bocal (*Elevage* E_{11}), se reproduiront presque aussitôt, puisque le 18 août je constate l'apparition des jeunes larves. Les nouveaux insectes parfaits issus de ceux-ci sortiront de terre du 22 au 27 septembre. Après nourrissage, ils seront mis en hibernation.

Le cycle dans la Nature doit donc se passer de la façon suivante. La période d'activité des hibernants débute au commencement du mois de mai. Dès la deuxième quinzaine a lieu la reproduction, qui bat son plein au mois de juin. Comme la durée du cycle évolutif, de l'œuf à la sortie de terre, réclame à peu près un mois, les adultes de première génération surviennent vers mi-juillet. La maturation sexuelle de ces imagos nouvellement formés ne demande que quinze jours à peine et ils se reproduisent dès la commencement du mois d'août. Ils donneront donc une seconde génération qui sortira de terre en septembre. Il n'y aura pas de troisième génération dans notre pays. Ces jeunes imagos hiverneront avec les survivants de première génération et les hibernants de l'année passée.

V. Diagnose des différents stades.

Au cours de ce chapitre, uniquement consacré à la morphologie, je suivrai pas à pas les descriptions que Silvestri a déjà faites des différents stades de *L. scapularis*. Je rappelle à cet égard que l'entomologiste italien a lui-même suivi le travail classique de Schiodte : De metamorphosi Eleutheratorum observationes [1], afin qu'il soit plus facile de comparer les larves de *L. scapularis* à celles des autres groupes.

Larve 1_a. — *Larve* (fig. 18), grossièrement rectangulaire, mais nettement amincie à la partie postérieure ; tête, y compris les palpes et les antennes, de couleur acajou, ainsi que le telson et les pattes ; mandibules jaune orangé, thorax et abdomen franchement brûnatres.

Tête (fig. 22), sensiblement quadrangulaire, à côtés latéraux subparallèles, partie la plus large du corps, cou non marqué. Labre (ou clypeus) triangulaire vers l'avant, très saillant sur la ligne transversale

[1] *Nat. Tidsskr.*, B. IV, p. 415-522. Kjobenun, 1867.

joignant les antennes. A la différence de ce qui existe chez *L. scapularis*, *un mésolabre distinct*, arrondi vers l'avant, sans trace de dents. Exolabres en ligne nettement oblique sur l'horizontale, passant par la base du mésolabre et séparés de lui par des sinus profonds. *Partant de la partie externe des exolabres, près des antennes, un processus styloïde (fig. 27) se dirigeant vers le centre de la tête* (*absent chez* L. scapularis). Arrière-front en forme de lyre se terminant par un angle très obtus. Son sommet se trouve placé sur le bord postérieur de la tête et non en avant, comme le figure Silvestri chez *L. scapularis*.

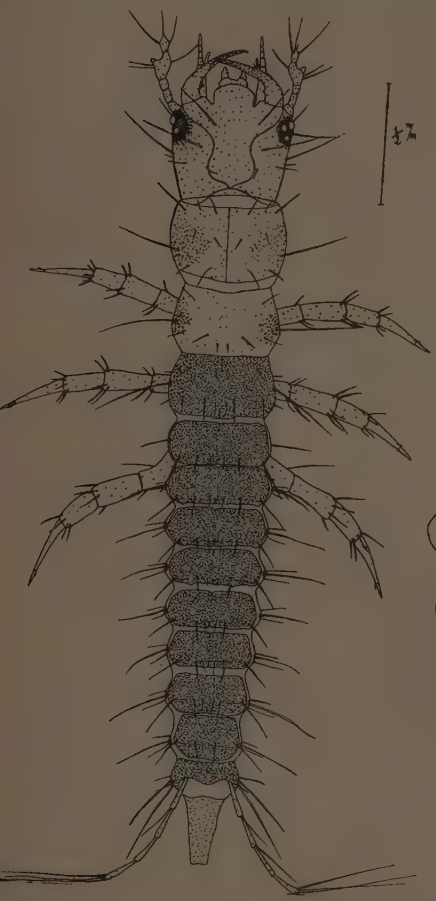


Fig. 18. — Larve 1_a.

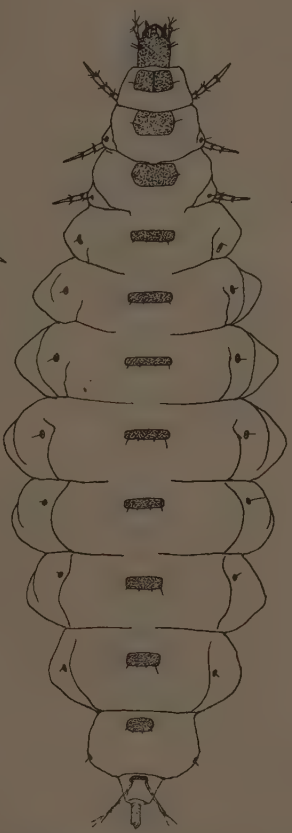


Fig. 19. — Larve 1_b.

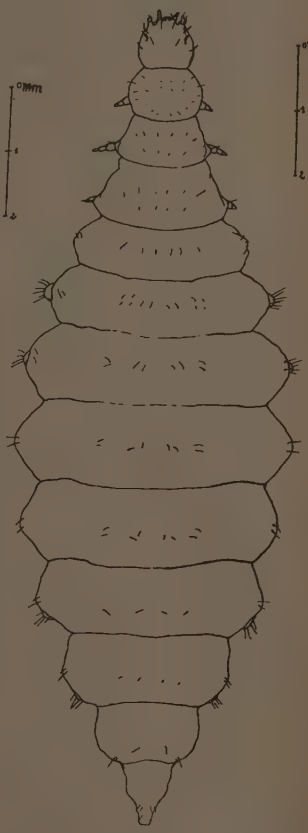


Fig. 20. — Larve II.

N. B. — L'échelle employée pour la fig. 18 est quatre fois plus grande environ que celle des fig. 19 et 20.

4 ocelles (fig. 27), légèrement saillants, dont trois sont visibles dorsalement, un seul ventralement; les trois antérieurs, disposés en arc, le 4e nettement en arrière.

Antennes (fig. 22), plus courtes que les mandibules déployées, insérées sur une proéminence assez prononcée, terminées par trois grandes soies.

Mandibules (fig. 30), trois fois plus longues que la largeur à la base, assez peu arquées au sommet où elles sont très aiguës et amincies latéralement; un petit pore sétigère, au 1/5 distal environ; un rétinacle pointu (au lieu d'être arrondi comme chez *L. scapularis*) placé en-deçà du milieu de la mandibule. Pinceau constitué de plusieurs soies courtes et robustes. Une soie externe un peu en deçà de la hauteur du rétinacle.

Palpes maxillaires (fig. 24), à stipes sensiblement cylindriques, épais, à peu près deux fois plus longs que larges; comme chez *L. scapularis,* sur le prolongement interne, une soie assez longue.

Lobe externe de 4 articles, nettement plus étroits et de plus grande longueur en allant vers le sommet. Lobe interne de deux articles, aminci, ténu, cylindrique, muni vers le sommet de deux soies très petites.

Subcoxa de la lèvre (fig. 24), uni, trapézoïdal, plus étroit à la base qu'au sommet. Palpes labiaux constitués de deux articles, mais presque égaux (à la différence de ce qui se passe chez *L. scapularis,* où le second est deux fois plus long que le premier). Premier article court et épais, plus large que long, 2° article terminé en biseau à 45°, tourné vers l'extérieur.

Prothorax (fig. 18), un peu plus large que la tête avec un large bouclier dorsal, muni de trois séries de soies. De plus, une paire de fortes soies latérales qui se retrouvent à chaque segment.

Mésothorax (fig. 18). Bouclier dorsal moins important, à peu près deux fois plus large que long, et muni de plusieurs soies.

Métathorax (fig. 18), plus large que le mésothorax, mais semblable à lui au point de vue structure.

Pattes (fig. 32), relativement longues, grêles, à peu près identiques, coxa sensiblement deux fois plus long que le trochanter, fémur et tibia subcylindriques, tarse nettement atténué, griffes du prétarse légèrement arquées, l'une double de l'autre.

Abdomen (fig. 18), légèrement plus long que la tête et le thorax réunis; conique à l'extrémité de la partie postérieure avec *des boucliers dorsaux étendus, couvrant toute la largeur du corps,* à peu près quatre fois plus larges que longs. Mais, tandis que chez *L. scapularis,* les derniers tergites sont assez réduits, tant en longueur qu'en largeur, chez *L. grandis* les tergites sont de plus en plus longs vers l'arrière. De plus, dans chaque segment, *les deux tergites dorsaux sont unis sur la ligne médiane du corps tandis qu'ils sont nettement séparés chez L. scapularis.* 9° segment à bouclier dorsal muni de deux appendices quadrisegmentés (fig. 24), penchés en arrière et surmontant l'anneau anal d'un espace assez grand. 10° segment avec pygidium tronc-conique orné de six soies relativement longues, deux supérieures, deux supéro-latérales et deux inférieures.

Pygidium (fig. 28), étroit à l'apex, formant un petit fuseau cylindrique, à l'instar d'un petit tube.

Sur les parties ventrales de l'abdomen, un scutum, petit, triangulaire et médian, deux boucliers subsidiaires postérieurs, assez petits, et deux boucliers postérieurs sub-latéraux. *Chez L. grandis, on trouve de chaque côté un petit bouclier sub-latéral supplémentaire ne possédant pas de soies* (fig. 29) (n'existe pas chez *L. scapularis*).

Pleurites munis d'un bouclier arrondi et ornés sur chaque segment de deux soies, une courte et une longue.

Larve, mobile, errant tout d'abord à la surface du sol et s'enterrant presque aussitôt à la recherche des larves ou des nymphes de Doryphore.

Longueur de la pointe des mandibules à l'extrémité des cerques : 3,5 mm.

Largeur au milieu de la tête : 0,5 mm.

Larve I_b. — Larve fusiforme (fig. 19), massive, d'un blanc opaque, à boucliers dorsaux, ventraux, pleuraux, de la même couleur que dans le stade 1_a puisque ce sont les mêmes. Abdomen trois fois plus long que la tête et le thorax réunis.

Par suite de sa forme massive, la larve 1_b mène une vie sédentaire dans une cavité ménagée en terre autour de la nymphe de Doryphore dont elle se nourrit.

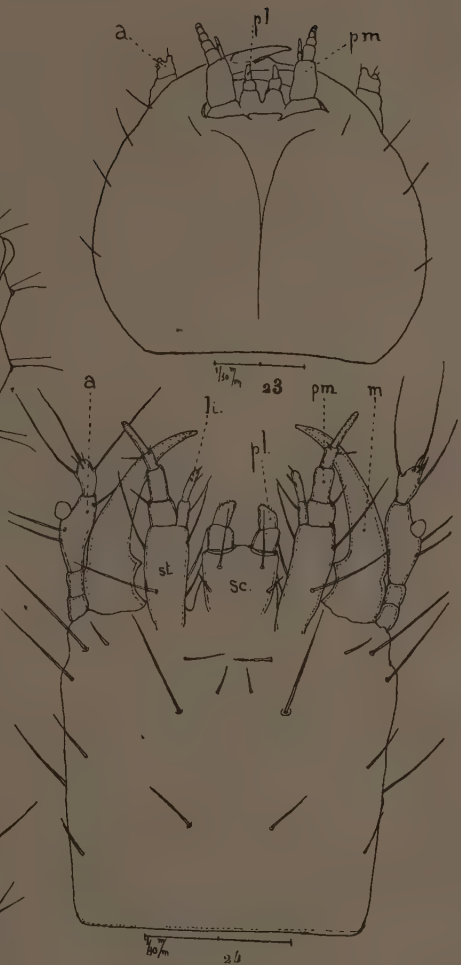
Larve II. — *Larve fusiforme* (fig. 20), massive, dépourvue de plaques chitineuses, d'un blanc franchement jaunâtre tandis que le tissu adipeux de la larve du stade *1b* était d'un blanc de porcelaine.

Tête (fig. 25), à peu près demi-ovale et en quelque sorte jouflue. Clypeus trapézoïdal présentant (contrairement à ce qui existe chez la larve correspondante de *L. scapularis*) une dent médiane en avant.

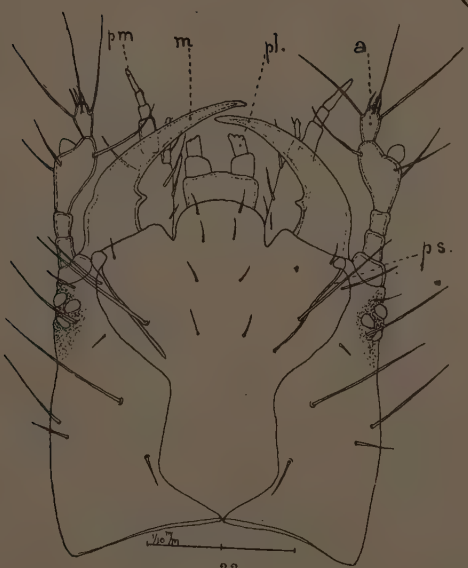
Antennes (fig. 34), très courtes, massives, à deux articles, le premier relativement long et épais, le 2° article très court.

Mandibules (fig. 31), très courtes, trapues, plus longues que larges du quart environ, à base épaisse, mais à pointe assez courte, menue, acérée, rétinacle placé au 1/3 distal environ, court et pointu.

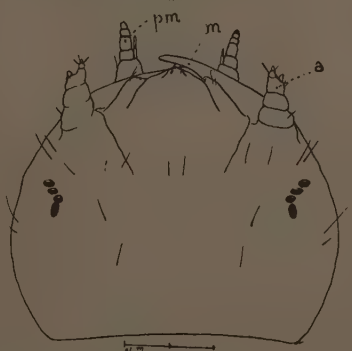
21



23 24



22



25

FIG. 21. — Nymphe. — FIG. 22. — Larve 1_a : tête vue de dessus.
FIG. 23. — Larve II : tête vue de dessous. — FIG. 24. — Larve 1_a : tête vue de dessous.
FIG. 25. — Larve II : tête vue de dessus.

a : antenne ; *m* : mandibule ; *sc* : subcoxa ; *st* : stipe ; *pm* : palpe maxillaire ; *li* : lobe interne ; *ps* : processus styloïde.

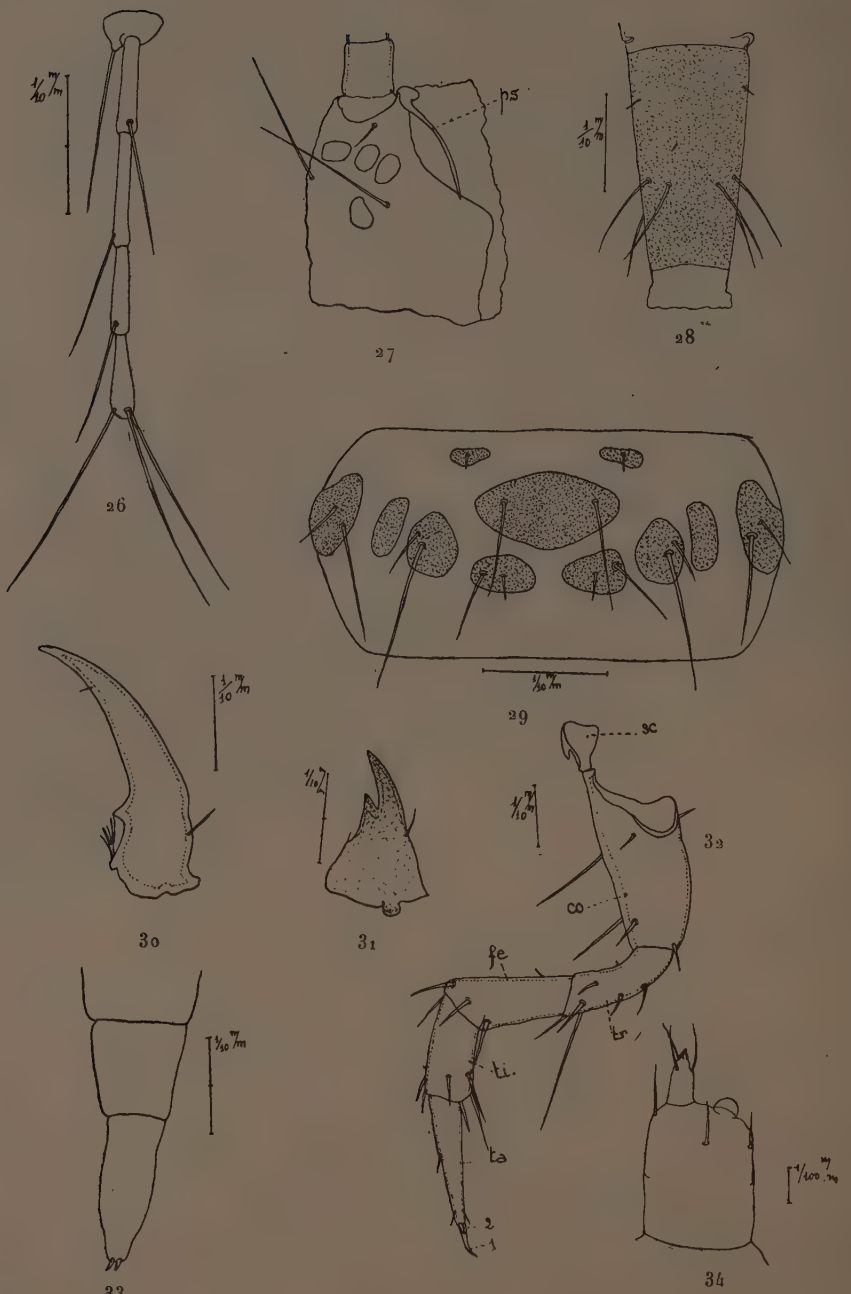


Fig. 26. — Larve 1_a : cerque. — Fig. 27. — Larve 1_a : disposition des ocelles.
Fig. 28. — Larve 1_a : pygidium. — Fig. 29. — Larve 1_a : face ventrale du 5° segment abdominal.
Fig. 30. — Larve 1_a : mandibule. — Fig. 31. — Larve II : mandibule.
Fig. 32. — Larve 1_a : patte de la 2° paire (*sc* : subcoxa ; *co* : coxa ; *tr* : trochanter ; *ti* : tibia ; *ta* : tarse ; 1, 2 : ongles.
Fig. 33. — Larve II : patte de la 2° paire. — Fig. 34. — Larve II : antenne.

Stipes maxillaires (fig. 23), épais, à palpe maxillaire court, articles d'épaisseur décroissante; l'article interne très grêle et court.

Palpes labiaux (fig 23), courts et épais.

Prothorax (fig. 20), assez arqué, de forme plutôt ovalaire, un peu plus long que le mésothorax.

Mésothorax et métathorax (fig. 20) de longueur à peu près identique, le méso plus étroit que le métathorax.

Pattes (fig. 33), très courtes, épaisses, coniques, avec les articles 2 et 3 plus distincts, ongles très petits.

Abdomen à 8 segments, dépourvu de cerques.
Corps tout entier *dépourvu de boucliers dorsaux et ventraux,* entièrement mou et muni de petites soies courtes.

Larve menant une vie sédentaire, sans prendre de nourriture, dans une petite logette de terre;
Longueur : 12-14 mm.;
Largeur : 3 mm.

Pas de prénymphe chez Lebia grandis; on passe, à la différence de *L. scapularis,* directement du stade II au stade nymphal.

Nymphe. — Membraneuse (fig. 21), à corps plus large vers la partie médiane, dos assez convexe, muni de soies relativement longues et nombreuses. Podothèques de 3e paire couverts par le corps penché en avant. 7e bouclier dorsal de l'abdomen plus grand que les précédents. Le 8e est pourtant manifeste, les autres segments couverts.
Yeux visibles, nigrescents.
Longueur du corps : 6-7 mm.
Largeur : 3 mm.

Différences avec les stades correspondants de *L. scapularis.* — En résumé, parmi les différences entre les deux espèces déjà signalées au passage, nous retiendrons principalement les suivantes, choisies en raison de leur caractère bien tranché :

1° *En ce qui concerne le 1er stade.*

L. GRANDIS.	*L. SCAPULARIS.*
Un *mésolabre distinct,* nettement séparé des exolabres par deux sinus profonds.	Mésolabre à peine marqué, séparé des exolabres par des sinus arrondis et peu profonds.
Sommet de l'arrière-front arrivant sur le bord postérieur de la tête.	Sommet de l'arrière-front en avant du bord postérieur de la tête.
Un *processus styloïde* partant de la partie externe des exolabres et dirigé vers le centre de la tête.	Absent.
Tergites unis sur leur partie médiane. 4 boucliers ventraux supplémentaires.	Tergites distincts.

2° *Pour le stade II* : une seule différence essentielle : la larve de *L. grandis* possède un clypeus trapézoïdal présentant une *dent médiane* qui n'existe pas chez *L. scapularis.*

3° La Nymphe ne saurait faire l'objet de différences morphologiques essentielles si l'on considère la description que donne Silvestri de celle de *L. scapularis.*

4° Quant aux *cycles évolutifs* eux-mêmes, ils sont très proches l'un de l'autre. Mêmes premiers stades larvaires ectoparasites, l'un vivant aux dépens de nymphes (ou de larves) de *Galerucella luteola,* l'autre se nourrissant de nymphes (ou de larves) de *Leptinotarsa decemlineata.* Existence, chez l'un comme chez l'autre, d'un stade II, à appendices dégradés, forme larvaire d'attente, ne se nourrissant pas. Enfin, *la nymphe* et l'ultime métamorphose en *imago* présentent aussi les mêmes caractères.

Cependant, une différence importante existe entre les deux cycles : *il manque chez* L. grandis *la prénymphe qui fait suite au stade II chez* L. scapularis. *Chez le prédateur du Doryphore „ l'hypermétamorphose est donc plus condensée que chez celui de la Galéruque de l'Orme.*

VI. Technique d'élevage.

A priori, le cycle d'un Insecte étant connu, la technique d'élevage doit en découler logiquement, et permettre d'assurer une bonne multiplication. Or, il est loin d'en être ainsi dans le cas particulier d'insectes comme les *Lebia,* dont le cycle s'accomplit à l'intérieur du sol. J'ai appris en effet à mes dépens, que ce dernier apporte avec lui une foule de conditions contrariantes, fort difficiles à éliminer [1].

Ancienne technique d'élevage. — Je ne reviendrai pas sur la période de tâtonnements et d'initiation de la première année 1933-1934, dont M. Feytaud a donné par ailleurs le détail [2].

Rentrant du service militaire, j'ai repris l'étude des *Lebia* en octobre 1935. En 1936, je tire les insectes d'hivernation de très bonne heure (en mars), puis j'ai la satisfaction de découvrir, au cours de l'été, le mode de vie des stades souterrains, et de boucler en entier le cycle évolutif.

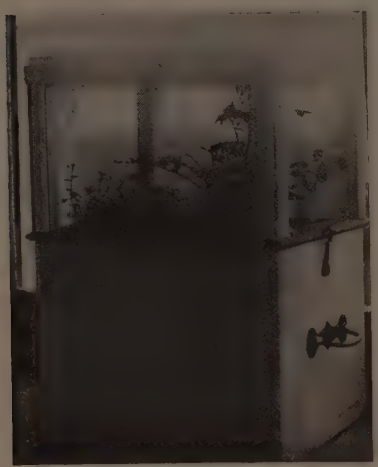


Fig. 35.
Cage pour l'ancienne technique d'élevage (Ph. Ramadier.)

Dès lors, semblait-il, la question de la multiplication était résolue. Puisqu'il était établi que les larves de *L. grandis* vivaient dans le sol, aux dépens de larves en attente de la nymphose ou de nymples de Doryphore, il fallait donc mettre à leur disposition le plus grand nombre possible de proies de ce genre. Or, j'avais fait construire, tout exprès pour l'élevage des *Lebia,* des cages spéciales de 25 et 30 centimètres de largeur et de 40 de hauteur, comprenant, dans la moitié inférieure, une caissette garnie de terre, dans laquelle s'encastrait un bâti garni de toile métallique avec une vitre coulissant sur le dessus, formant la moitié supérieure (fig. 35) [3]. Les reproducteurs se tenaient sous des abris : pierres plates, débris de tuiles, mousses, écorces, posés sur la terre des cages. Dès le cycle établi, fin 1936, et surtout pendant la saison 1937, je fis enterrer, dans les caissettes où évoluaient les larves de *Lebia,* de grosses quantités de larves de Doryphore destinées à leur servir de proies. Or, les résultats ont été fort minces en comparaison de l'effort accompli. Voici

[1] Je rappelle à cet égard que le Carabique *Craspedonotus tibialis* Schaum, prédateur de *Popillia japonica* Newm. à l'état larvaire et à l'état adulte à la fois, et dont les tentatives d'acclimatation aux États-Unis ont échoué, pourrait fort bien avoir un cycle évolutif, par rapport au *Popillia,* analogue à celui de *L. grandis* vis-à-vis du Doryphore.

[2] J. Feytaud. — Recherches sur le Doryphore. IV. L'acclimatation d'insectes entomophages américains. (*Ann. Épiphyt. et Phytogénét.*, IV, fasc. 1, 1938.)

[3] Ce dispositif est complètement abandonné maintenant pour la multiplication. Les cages me servent pour les accouplements avant les lâchers dans la Nature, ainsi que pour l'hibernation.

d'ailleurs un tableau où figurent la plupart des élevages de 1936 et 1937 et qui donnent, en regard de la quantité de larves de Doryphore fournies, le nombre d'imagos de *Lebia* sortis de terre.

DÉSIGNATION des CAGES.	TEMPÉRATURE m.	TEMPÉRATURE M.	REPRODUCTEURS. ♀	REPRODUCTEURS. ♂	NOMBRE de JOURS d'élevage.	LARVES DE D. NYMPHOSABLES fournies.	NOMBRE de *LEBIA* sortis de terre.
1936.							
N° 1.....	20°	23°	4	4	43	413	33
1'.....	20°	25°	4	4	25	107	23
2.....	20°	24°	3	3	20	159	2
2'.....	20°	25°	2	1	46	207	7
1937.							
E_1.....	25°		4	2	22	80	1
Idem.....	25°		4	2	40	336	11
Idem.....	25°	28°	1	1	20	200	2
E_2.....	27°	28°	3	3	45	340	5
E_3.....	21°	27°	5	3	36	555	»
E_3.....			5	3	38	540	»
E_4.....	salle des élevages.		7	4	58	940	13
E_5.....	*Idem.*		10	5	40	1.350	13
E_6.....	*Idem.*		6	4	34	963	18
E_7.....	*Idem.*		5	3	34	967	18
E_5.....	*Idem.*		7	4	50	1.540	7
E_6.....	*Idem.*		5	3	37	1.330	2
E_5.....	*Idem.*		6	4	20	280	»
E_3-7.....	*Idem.*		6	5	34	770	2
E_3.....	*Idem.*		8	9	27	1.220	»
E_9.....	*Idem.*		11	9	20	700	»
E_9.....	*Idem.*		6	5	22	945	»
E_{10}.....	*Idem.*		5	4	24	570	»
E_{11}.....	*Idem.*		8	11	26	1.100	5

L'élevage 1937, dans lequel j'avais mis beaucoup d'espoirs, ne m'a donc fait obtenir, en regard de près de 16.000 larves de Doryphore enterrées, qu'une centaine de sorties d'imagos de *Lebia* (exactement 97).

J'étais donc en présence d'un échec dont il fallait avant tout dégager les raisons. Or, *la fécondité des Lebia n'était pas en cause.* J'ai montré plus haut, au contraire, combien elle était importante, et si le rythme de la ponte, dans les conditions quasi-naturelles où j'opérais en 1937 n'est peut-être pas aussi rapide qu'à la température constante de 30°, il en est néanmoins très proche. En réalité, *les causes d'échec venaient de la terre.* Notons tout d'abord, *qu'il est très difficile, pour ne pas dire impossible, de la conserver à un degré d'humidité convenable.* Pour que les œufs, pondus en surface, arrivent à éclosion, il faut qu'ils soient constamment dans un milieu frais. Or, maintenu humide à la partie supérieure, le terreau se détrempe ne profondeur, ce qui provoque une grosse mortalité parmi les stades en évolution dans les couches inférieures. En second lieu, *la terre apporte avec elle de nombreux parasites,* tant animaux que végétaux. Il va sans dire que j'ai cherché à m'en prémunir en la stérilisant; mais, outre les difficultés matérielles qu'entraîne la désinfection des grandes quantités de terre nécessaires au remplissage des caissettes, il y a lieu de considérer que la stérilisation ne donne souvent qu'une sécurité fort illusoire, la contamination s'opérant avec une grande facilité au cours des manipulations, malgré toutes les précautions que l'on peut prendre. J'ai été en effet gêné non seulement par des parasites végétaux, *Beauveria effusa* et autres champignons, mais surtout par des parasites animaux, Nématodes et Acariens, pouvant proliférer de façon

catastrophique, et vivant, les uns en phorésie, les autres en parasites sur les larves et les nymphes, tant de *Leptinotarsa* que de *Lebia*.

Mais *la terre intervient surtout comme cause d'échec en tant que milieu interposé entre les larves et leur nourriture*. Dans cette ancienne technique d'élevage existait, en effet, une *déperdition naturelle*, autrement dit, le fait qu'un certain nombre de *Lebia* mouraient de n'avoir pu trouver de proie. Cette cause de mortalité, très grande sans doute dans la Nature [1], en partie contrebalancée par la grande fécondité, restait néanmoins trop importante dans mon système d'élevage, bien que j'aie tâché d'y parer en faisant entrer le plus grand nombre possible de larves nymphosables dans chacune des caissettes. *C'est précisément pour éviter ces pertes de larves dans la terre et décidé a aboutir coûte que coûte, que je résolus de procéder à l'élevage individuel.*

Nouvelle technique d'élevage. — Actuellement, l'élevage qui est à peu près définitivement au point, se fait en deux temps, nettement distincts : production tout d'abord des jeunes larves du stade 1_a (larves venant de naître), puis en second lieu, élevage individuel de ces larves jusqu'à la sortie de terre de l'imago.

Premier temps. — Pour l'obtention des larvules du premier stade, les insectes sont placés en étuve à 30° dans des bocaux de verre cylindriques emplis aux trois quarts de terreau stérilisé, et humidifié avec de l'eau, également stérilisée. Les reproducteurs, étant donné leur assez grand pouvoir prolifique, ne sont d'ordinaire qu'au nombre de quatre (deux couples) par bocal de deux litres. Quelques morceaux d'écorce, des mousses, placés en surface, servent d'abris aux insectes. Une fine mousseline, maintenue par des bagues de caoutchouc élastiques, constitue la fermeture. Les œufs étant, comme on sait, enrobés dans une gangue de grains de sable ou de particules humicoles, c'est par l'apparition des jeunes larves que se révèle la reproduction.

Ces larvules étant fort menues (elles peuvent aisément se dissimuler derrière la moindre particule de terre) et, par surcroît, de la couleur du milieu, il est nécessaire d'examiner avec beaucoup de soin la terre des bocaux où a lieu la reproduction. Toutefois, pour limiter ce travail dans la mesure du possible, les œufs étant pondus en surface, on se contente d'examiner les 3 ou 4 premiers centimètres de terre. Pour empêcher, du reste, la pénétration plus profonde des larves nées durant les vingt-quatre heures précédentes, on tasse vigoureusement, une fois pour toutes, la terre du dessous. Néanmoins, l'examen attentif des quelque 340 ou 350 centimètres cubes de terre demande trente à quarante minutes. Ce travail, qui est fait journellement, s'opère en triant la terre par petites quantités (60 à 80 cm^3) dans de grandes capsules de Petri, afin de pouvoir l'étaler sur le maximum de surface. Au fur et à mesure que la terre est examinée, on la met provisoirement dans un récipient quelconque : bocal ou grand cristallisoir. Lorsqu'elle a été vue en totalité, on la replace dans le bocal d'élevage. On humidifie ensuite légèrement, on remet les reproducteurs et les abris que l'on avait préalablement ôtés, sans oublier la nourriture des insectes sous la forme de jeunes larves de Doryphore. Le bocal refermé, on le replace en étuve. Quant aux jeunes larves, elles sont récoltées une à une, au moyen de pinces fines, chacune d'elles étant transportée avec quelques grains de terre comme

[1] Pour donner une idée de la déperdition que je suis en train d'étudier à l'heure actuelle, je citerai simplement deux exemples. Dans la cage plate précédemment décrite, et ne contenant que de 340 à 320 centimètres cubes de terre, je fais enterrer 14 larves de Doryphore et, à la suite, 7 larves de *Lebia* du stade *1a* : 3 d'entre elles seulement trouveront une proie et pourront évoluer. Dans a même cage plate, si je double le nombre de larves de *Lebia*, 14, tout en maintenant le nombre de larves de doryphore, 14, 4l arves de *Lebia* (1 de plus seulement) se mettront en rapport avec une larve de Doryphore.

support, afin de ne point la blesser. On les place ainsi provisoirement dans des cristallisoirs dont le fond est garni de coton hydrophile humide, en attendant de les mettre en tubes pour l'élevage individuel.

Deuxième temps. — Les récipients dont je me sers, en effet, sont de simples tubes à essais à fond rond, de 1 centimètre de diamètre et 12 de hauteur (fig. 36). Au moment de leur emploi,

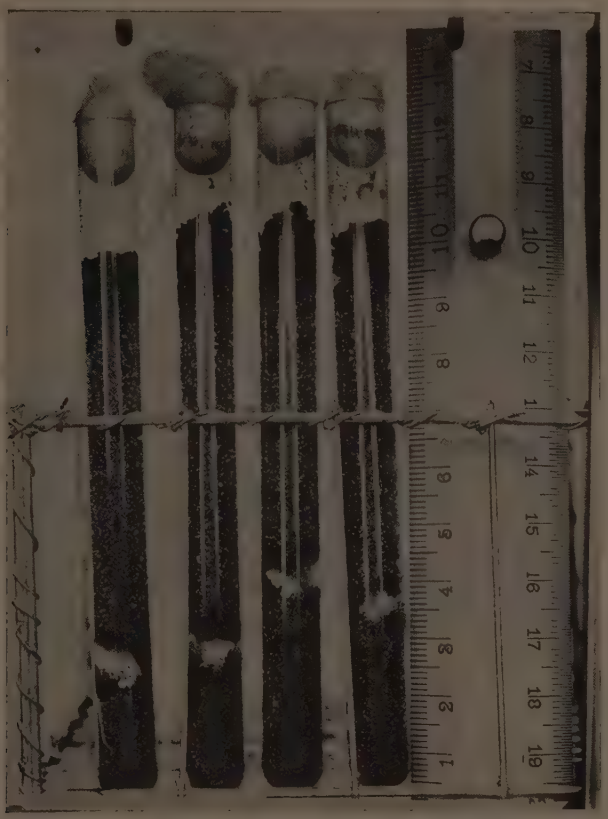


Fig. 36. — Tubes à essais pour l'élevage individuel
Remarquer dans les deux tubes du centre la larve de *Lebia* du stade 1_b.
(Ph. Ramadier.)

ils sont emplis jusqu'à 1 centimètre du bord, de terreau humide stérilisé. Puis dans chacun des tubes ainsi préparés, on place en surface une larve de Doryphore *nymphosable* [1], *c'est-à-dire qui s'enterre immédiatement*. Après l'entrée en terre de cette larve, on ajoute la larvule de *Lebia* [2] qui s'enfouit à son tour à la recherche de la première. Enfin, les tubes simplement bouchés avec un tampon de coton hydrophile, sont placés

[1] Ce qui exige, naturellement, un élevage annexe de larves de Doryphore, poussées jusqu'au terme de l'alimentation.

[2] Il est inutile de souligner que la manipulation de ces larves minuscules demande quelques précautions ; généralement, pour les ôter du cristallisoir où on les avait placées provisoirement, et afin de ne pas les écraser en les saisissant avec des pinces, on s'arrange de manière à les faire grimper sur un petit morceau de buvard humide que l'on secoue au-dessus du tube.

en étuve à 25° (fig. 37). Grâce à cette technique et en prenant les quelques précautions que je vais indiquer, la larve de *Lebia* rencontre presque toujours celle de Doryphore. *Le cycle évolutif a lieu normalement : l'adulte se forme, brise sa cellule et monte en surface au sommet du tube, où l'on n'a plus qu'à le recueillir.*

Je dois donner tout d'abord quelques précisions sur le milieu à employer pour le remplissage du tube. Le sable pur, auquel on pourrait songer tout d'abord parce que moins

Fig. 37. — Vue d'une étuve consacrée à l'élevage individuel de *L. grandis*.
(Ph. Ramadier.)

susceptible d'apporter des parasites, n'est pas à retenir car, mouillé, il devient trop compact, empêchant la pénétration des larves de *Lebia*. Il se dessèche d'ailleurs beaucoup trop vite. Une terre trop fortement argileuse est à écarter pour les mêmes raisons. Je me suis finalement arrêté, tant pour la confection des tubes que pour le remplissage des bocaux, à une terre légère, siliceuse, à fins éléments, mais assez humicole, ne se desséchant pas trop vite, et à laquelle la dénomination de « terreau » s'applique assez bien. En voici, du reste, l'analyse, faite par les services de *M. Dubaquié* à la Station agronomique et œnologique de Bordeaux.

Terre fine	885,0
Cailloux	115
Azote	4,49 %
Acide phosphorique	0,45
Potasse	1,00
Chaux	4,5
Réaction	Alcaline.

Humidifiée, cette terre se prend en particules, laissant des interstices permettant précisément à la jeune larve de *Lebia* de parvenir jusqu'à sa proie. De plus, retenant l'eau assez bien, elle ne se dessèche pas trop rapidement en étuve, de sorte qu'humectée dans des proportions convenables, elle permet au Carabique d'effectuer son cycle évolutif sans inconvénient. Cela m'amène à parler de ce point fort important : l'état d'humidité nécessaire. Pour la simplicité des manipulations, en effet, et *afin de ne pas avoir à s'occuper des tubes une fois mis en élevage, si ce n'est pour la récolte des insectes parfaits, il s'agit d'humidifier le terreau une fois pour toutes.* Pour la mise au point de cet élevage, j'ai eu précisément de nombreux déboires à ce sujet, car il y a avortement selon que le terreau est trop ou pas assez humide.

Au début, ayant eu des échecs avec une terre argileuse que j'avais essayée et qui se desséchait assez vite, j'avais été amené à fermer les tubes avec des bouchons de liège, mais l'humidité était alors trop grande, et au moment de la métamorphose de nymphe en adulte, l'insecte mourait. Cela s'explique aisément si l'on se rappelle que, lors de cette ultime transformation, il se produit chez la nymphe une perte d'eau qui ne peut se réaliser si le milieu ambiant (en l'espèce, la terre), est lui-même trop humide. Et quand, malgré tout, la métamorphose en adulte finissait par se produire, elle avait lieu beaucoup plus tard que dans un milieu relativement sec, la différence entre les sorties de terre pouvant atteindre quatre à cinq jours. Des inconvénients se produisirent en sens contraire si le milieu était trop sec. *Avec les conditions dans lesquelles j'opère actuellement (en plaçant les tubes en étuve à 25°) l'humidité requise est de 16 à 18 p. 100* (160 à 180 cm^3 d'eau pour 1 kilogr. de terreau sec) [1]. Avec les tubes emplis avec du terreau ainsi humecté, et bouchés avec de simples tampons de coton hydrophile, la *Lebia* passe parfaitement par les différents stades et ressort à l'état d'imago au sommet du tube comme je l'ai déjà décrit. Le terreau, qui se dessèche progressivement en partant du haut, reste cependant assez humide dans la partie inférieure, où s'opèrent les métamorphoses.

Enfin, il est nécessaire avant tout que la terre que l'on emploie soit parfaitement stérilisée [2]. S'il en est ainsi, le déchet est négligeable. Dans le cas contraire, Acariens ou Champignons font avorter quantité de tubes. Par contre, dans les bocaux d'élevage (premier temps de la technique), il apparaît toujours, par suite d'une contamination ultérieure, des Acariens détriticoles qui se fixent sur les reproducteurs et parfois même sur les jeunes larves. Toutefois, enlevés chaque jour soigneusement avec les débris des larves de Doryphore laissés par les reproducteurs et sur lesquels ils se portent, ils ne se montrent jamais nuisibles comme cela arrivait dans l'ancienne technique. En effet, les jeunes larves étant récoltées tous les jours, elles n'ont pas le temps matériel d'être contaminées.

Il est également un autre point, qui concerne la préparation des tubes, sur lequel je dois attirer l'attention. *Il est préférable d'ajouter la larve de Lebia dès que celle de Doryphore est enterrée.* On ne doit pas attendre en particulier que cette dernière ait terminé la logette qu'elle construit habituellement au fond du tube, parce que la terre, repoussée, vers le haut, se tasse et forme un bouchon que la larve de *Lebia* ne peut toujours arriver à percer. On évite très facilement cet inconvénient en ajoutant la larve de *Lebia* une demi-heure environ après l'entrée en terre de la larve de Doryphore.

[1] Il va sans dire que ces chiffres ne s'entendent que pour le terreau dont je me sers et devraient sans doute être modifiés pour un milieu différent.

[2] La stérilisation est faite actuellement à l'oxyde d'éthylène par le Service d'Inspection phytopathologique, à la Station de Désinfection des Produits végétaux, du Port autonome de Bordeaux. Il m'est agréable de remercier MM. Dupoux et Dupouy qui, l'un après l'autre, se sont fort aimablement chargés de ce travail.

En définitive, en prenant les quelques précautions que je viens d'énumérer : humidification convenable, terre bien stérilisée, larves de *Lebia* ajoutées dans les tubes peu de temps après celles de Doryphore, *la déperdition étant réduite à zéro, le rendement est excellent : la proportion d'insectes obtenus, par rapport au nombre de tubes mis en élevage, atteint couramment 70 p. 100. Aussi suis-je parvenu, en 1938, à un total de sorties de terre s'élevant à 3.127 imagos* [1]. Je puis donc dire qu'à l'heure actuelle, la production massive d'imagos de *Lebia grandis* n'est plus qu'une simple question de personnel. Voici, du reste, un tableau donnant la marche de la multiplication depuis le début de l'élevage

ANNÉE.	NOMBRE de REPRODUCTEURS en élevage.	NOMBRE D'IMAGOS PRODUITS.	OBSERVATIONS.
1933	200 couples environ.	96	
1934	5 couples.	12	
1935	3 couples.	33	
1936	4 couples.	65	Cycle évolutif connu à la fin de l'été : ancienne technique d'élevage.
1937	25 couples.	97	Ancienne technique d'élevage.
1938	20 couples.	3.127	Nouvelle technique : élevage individuel [1].

[1] Cette nouvelle technique n'ayant été mise au point que depuis le mois de juin.

Il est à remarquer aussi que *les mâles et les femelles sont obtenus en nombre sensiblement égal.* En voici deux exemples :

1938 :

Production de la deuxième quinzaine de juillet : 449 femelles, 471 mâles;
Production de décembre : 95 femelles, 93 mâles.

Au surplus, cette méthode d'élevage, que l'on pourrait croire fastidieuse, est, en réalité simple et pratique. Si, en effet, la récolte des jeunes larves est longue et minutieuse, constituant un travail délicat qui convient particulièrement à des mains féminines, par contre, *depuis la préparation des tubes jusqu'au moment de la récolte des imagos, l'élevage ne nécessite absolument aucun soin.* Et ceci, qui est une conséquence de la vie parasitaire de la larve de notre Carabique, compense largement cela. Autre avantage, dû en partie, lui aussi, à la biologie des *Lebia :* par suite de leur grande fécondité, *il est possible d'effectuer un élevage important avec un nombre très restreint de reproducteurs.* L'élevage de 1938, dont je viens de donner les résultats, a été conduit avec 20 femelles seulement.

Un dernier point enfin à relever, c'est que *l'évolution est particulièrement rapide.* Le 28 juillet 1938, je recueille des adultes dans des tubes préparés les 4, 5, 6 et même quelques-uns le 7 juillet, soit un intervalle de vingt et un à vingt-quatre jours seulement depuis l'entrée en terre de la jeune larve du stade 1_a jusqu'à la sortie de l'insecte parfait. Autre exemple : le 15 novembre 1938, les imagos que le récolte proviennent des tubes préparés les 17, 19, 20, 21, 22 et même 26 octobre, ils sont donc obtenus vingt-huit, vingt-six, vingt-cinq, vingt-quatre, vingt-trois, et vingt jours après la mise en élevage

[1] Ce qui m'a permis d'effectuer d'importants lâchers, qui avaient dû être suspendus depuis 1933, date de l'arrivée des *Lebia* américaines.

des larves. En résumé, en étuve à 25°, l'évolution ne demande guère plus de trois semaines.

Conservation des insectes pendant l'hiver. — L'élevage annexe du Doryphore, que j'assure à contre-temps d'octobre à juin, permet de toujours avoir en état de reproduction, même pendant l'hiver, une souche de chacun des prédateurs américains dont M. Feytaud poursuit l'acclimatation. Le problème de la conservation des insectes durant la morte-saison ne se pose donc pas avec la même acuité que si l'on ne disposait pas de larves de la Chrysomèle permettant un élevage ininterrompu pendant toute l'année.

Cependant, la période de grande multiplication se poursuivant parfois jusque dans l'arrière-saison, afin d'utiliser les larves de Doryphore que l'on trouve encore dehors, il arrive qu'à l'automne on ait en laboratoire une assez grande quantité d'insectes [1]. Or, ces prédateurs, que l'on n'a pu lâcher par suite de l'époque tardive, il est nécessaire de les faire hiberner sous peine de les voir périr de faim. De plus, l'élevage d'hiver fournit, lui aussi, un certain nombre d'imagos qu'il importe également de mettre en état de diapause [2]. L'ensemble des insectes mis ainsi en sommeil fournira le premier contingent des lâchers de l'année suivante.

J'ai déjà eu l'occasion de parler de l'hibernation de *L. grandis* à propos du comportement de l'Insecte au-dessous de 15° [3]. Je dois rappeler tout d'abord, qu'il est nécessaire, en premier lieu, de bien nourrir les insectes avant de les faire entrer en diapause. Cela s'impose d'ailleurs encore davantage pour les imagos venant de sortir de terre qui, à ce moment-là, sont particulièrement voraces.

Pour l'hibernation proprement dite, les insectes, placés dans les cages que j'ai déjà eu l'occasion de décrire à propos de l'ancienne technique d'élevage (fig. 35), sont mis en chambre froide, au dessous de 15°. Prenons exemple de l'hibernation 1936-1937. Les Carabiques, mis en sommeil le 22 octobre après avoir été copieusement nourris, ont été tirés de diapause du 8 mars au 29 mai. Voici le détail des résultats :

DATE de la mise en chambre froide.	JOUR du dépouillement.	DÉSIGNATION de la cage.	NOMBRE d'insectes mis à hiberner.	NOMBRE d'insectes vivants après l'hibernation.
22 octobre 1936.	8 mars 1937.	1 *a*	9	6
Idem.	2 avril 1937.	1 *b*	13	10
Idem.	23 avril 1937.	3	10	8
Idem.	29 mai 1937.	2	13	11
Idem.	*Idem.*	4	10	8
			55	43

Ainsi, après six et huit mois d'hibernation, le pourcentage des survivants atteignait 78 p. 100.

En résumé, à une température oscillant entre 8° et 12° ou n'excédant pas 15°, les *Lebia*, tapis sous les abris, ont une activité extrêmement ralentie : l'alimentation est nulle. Les Carabiques subsistent ainsi parfaitement pendant plusieurs mois, à la simple condition de maintenir toujours une certaine humidité en arrosant la terre des cages où ils se trouvent.

[1] C'est ce qui s'est produit en particulier pour les *Lebia* en 1938, où j'avais, fin octobre, plus de 700 insectes en laboratoire.
[2] Le total des sorties de terre de *Lebia* pendant les mois de novembre et décembre 1938 a été de 600 insectes.
[3] Voir plus haut, page 405.

VII. Possibilités d'acclimatation.

Les *Lebia grandis*, envoyés aussi bien par Trouvelot que par Bruneteau, provenaient tous de l'État de New-York et principalement des environs de Riverhead, dans l'île de Long Island. Mais l'aire de distribution géographique du Carabique américain s'étend sur une bien plus vaste région, comprise entre les Grands Lacs (Cosens, Gossard, Gibson) et le Bassin du Mississipi (Riley), d'une part, et la Côte Atlantique, du Maine (Dudley) à la Virginie (Popenoe), de l'autre. Voyons donc quelles sont les conditions de température et de précipitations de cette zone.

Le climat des États Atlantiques des États-Unis est nettement continental et, chose

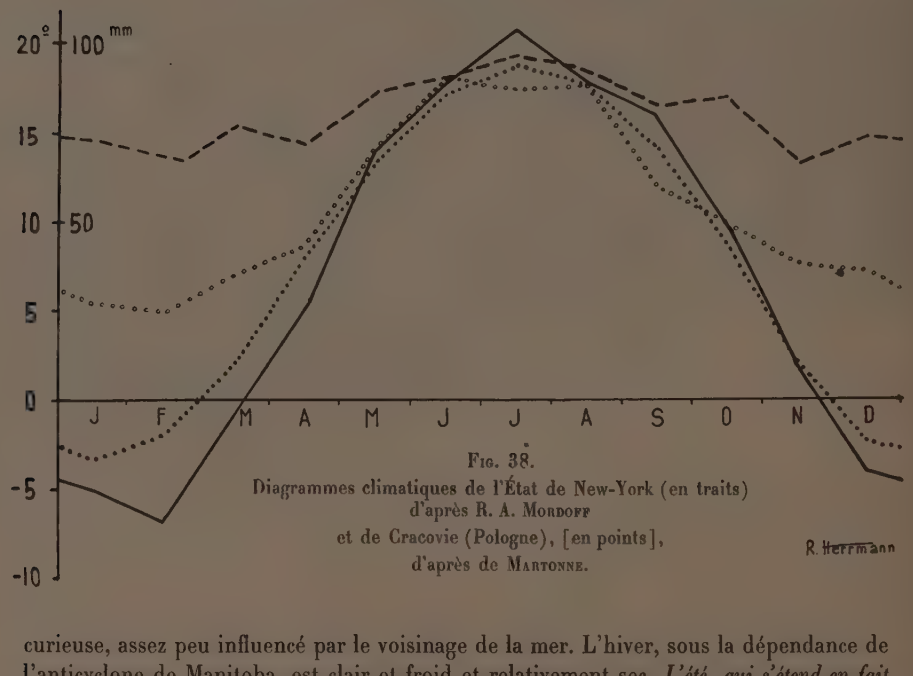


Fig. 38.
Diagrammes climatiques de l'État de New-York (en traits) d'après R. A. Mordoff et de Cracovie (Pologne), [en points], d'après de Martonne.

curieuse, assez peu influencé par le voisinage de la mer. L'hiver, sous la dépendance de l'anticyclone de Manitoba, est clair et froid et relativement sec. *L'été, qui s'étend en fait sur cinq mois de l'année, de mai à septembre, est à la fois très chaud et très humide :* de violents orages, survenant brusquement, provoquent des pluies torrentielles, puis le soleil réapparaît bientôt dans un ciel redevenu pur. Pour l'État de New-York, par exemple, les trois mois les plus chauds, par ordre d'importance : juillet, août et juin, constituent aussi la période des plus fortes précipitations (moyennes mensuelles comprises entre 93 et 98 millim.)[1] [fig. 38].

Or, ces deux caractères de l'été américain : chaleur et humidité, résument précisément les meilleures conditions pour la multiplication des Lebia. De fortes températures sont, en effet, favorables, puisque le seuil de l'activité génésique se place, comme nous l'avons vu, entre 20° et 25°, et que les reproducteurs se comportent parfaitement en étuve à 30°.

[1] R. A. Mordoff. — *The climate of New York state.* Ithaca, New-York octobre 1925.

Quant à l'humidité du sol, entretenue par les pluies, elle est indispensable à l'évolution des œufs et à la vie des larves.

Si nous cherchons, en Europe, le pendant des conditions de la zone à *Lebia* des États-Unis, c'est dans le climat polonais que nous le trouverons. En Pologne, en effet, ainsi que dans l'Est de l'Allemagne, l'été, également précoce, est à la fois très chaud et humide (fig. 38), caractérisé, comme aux États-Unis, par des orages donnant de fortes averses. Par contre, le climat de la région bordelaise, pour si humide qu'il soit, présente, pendant la saison chaude, le phénomène inverse. A Bordeaux, l'été est la période sèche : en juillet et août, il ne tombe guère que 50 et 48 millimètres d'eau en moyenne (fig. 39),

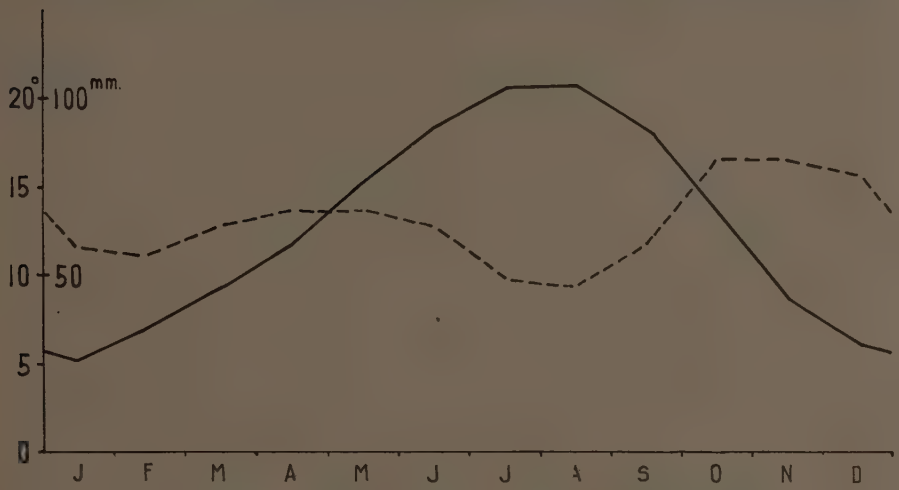


Fig. 39. — Diagramme climatique de Bordeaux (d'après l'observatoire de Floirac).
Trait = pluie. — Pointillé = température.

soit moitié moins qu'aux États-Unis pendant le même intervalle : 98 et 93 millimètres pour l'État de New-York.

Ainsi, tout comme pour l'Asopide *Podisus maculiventris* Say [1], le principal obstacle à l'acclimatation de *L. grandis* dans notre pays, proviendra de la sécheresse relative des étés. Non pas que le Carabique américain ne puisse s'accommoder de notre climat, puisque *j'ai pu constater dans les lâchers effectués à Thiviers (Dordogne), aussi bien en 1933 qu'en 1938, l'apparition de générations autochtones.* Mais il est à présumer que notre prédateur commencera à s'implanter d'abord dans des localités humides (bords des ruisseaux, combes, vallons) favorables à l'évolution de ses œufs, et dans des terrains meubles [2] permettant la pénétration de ses larves. Les étés à la fois chauds et pluvieux favoriseront son développement. Puis, à mesure qu'il progressera vers le Nord, — son extension vers le Sud étant bridée par la sécheresse du climat méditerranéen, — il rencontrera des régions intermédiaires, comme l'Allemagne par exemple, où l'été, chaud, est cependant assez humide (Berlin, juillet, moyenne thermique 18°1, précipitations 69 millim. [3])

[1] A. Couturier, *op. cit.*
[2] Les terres à *Lebia* de Long Island sont sablonneuses.
[3] De Martonne. — *Traité de Géographie physique*, tome I.

et dont les climats, se rapprochant progressivement des conditions de celui de son pays d'origine, lui feront prendre de plus en plus d'importance dans la lutte biologique contre le ravageur de la Pomme de terre.

Résumé et conclusions.

Je rappelle que les premières souches de *Lebia grandis* Hentz. envoyées en 1928 par Trouvelot, puis en 1929 et 1930 par Huckett, ont péri en laboratoire sans laisser de descendance. L'étude biologique du Carabique américain, qui n'avait donc pu être abordée, m'a été confiée par M. Feytaud en 1933, dès la réception des envois de L. Bruneteau. Ce sont les résultats de quatre années de recherches que j'expose dans ce mémoire.

L. grandis se signale par maintes particularités remarquables. La plupart d'entre elles, d'ailleurs, s'imposent d'autant plus à l'attention, qu'elles ont rendu plus difficiles son étude et son élevage.

Tout d'abord, ce bel Insecte fauve aux élytres bleues, présente un dimorphisme sexuel fort singulier et qui est du reste caractéristique du genre. Les mâles possèdent, à la partie distale et interne des tibias intermédiaires, une fossette, dont on ne retrouve nulle trace dans l'autre sexe. Or, pendant l'accouplement, cette encoche, s'emboîtant sur l'arête de l'élytre de la femelle, sert d'instrument d'accrochage pour le mâle. En fait, l'étude morphologique des parties en cause, à laquelle j'ai été conduit à la suite de cette observation, m'a amené à constater la parfaite concordance des formes. *Ainsi, ce dispositif s'exerce, non vis-à-vis de deux organes d'un seul et même individu, ce dont* Cuenot a *donné maints exemples, mais bien du mâle à la femelle, d'un sexe à l'autre.* C'est pourquoi j'ai donné à cet ajustement, d'un genre tout à fait nouveau, le nom de *coaptation sexuelle.*

Au point de vue du régime alimentaire, Lebia grandis Hentz. est étroitement inféodé au Doryphore. A l'exception des larves du *Crioceris asparagi* L., que le Carabique américain attaque volontiers, la plupart des chenilles ou des larves dont, à défaut de la Chrysomèle, on nourrit *Podisus maculiventris* Say, sont catégoriquement refusées par notre prédateur. C'est là un trait biologique d'un grand intérêt, puisqu'« une espèce peut se reproduire plus vite qu'un hôte déterminé et être quand même négligeable par rapport à cet hôte, *par suite du fait que le parasitisme n'est pas spécifique* [1] ». J'indique, au surplus, que *L. grandis,* qui préfère les petites larves aux grosses, et qui en dévore donc une plus grande quantité, s'attaque aussi volontiers aux œufs de la Chrysomèle.

La reproduction est également assez particulière. *Chez Lebia grandis, la ponte s'effectue œuf par œuf, chacun d'eux étant enrobé de particules de terre qui le dissimulent et le protègent à la fois.* Ainsi « camouflés », il est impossible de les déceler dans la terre où ils sont pondus. Par ailleurs, ils doivent être maintenus dans un milieu toujours humide, *étant fort sensibles à la sécheresse.*

L'incubation, qui exige 11 à 12 jours à 25°, n'en demande plus que 5 à 6 à 30°, température que j'ai choisie pour l'élevage.

Le pouvoir prolifique du prédateur semble assez nettement supérieur à celui du Doryphore. Dans une expérience, deux couples ont produit près de 2.600 larves, ce qui donne,

[1] W. R. Thompson. — La théorie mathématique de l'action des parasites entomophages. (*Rev. Gén. Sciences,* t. 34, 1923, p. 202-210.)

en tenant compte de la mort prématurée de la première femelle, un total de 1.600 œufs pour le couple survivant. Cette *fécondité contre-balance par conséquent la déperdition des larves dans le sol et souligne aussi l'intérêt du prédateur, puisque « les parasites à puissance reproductrice inférieure à celle de l'hôte n'ont guère d'utilité pratique »* [1].

L. grandis peut être mis en activité à toute époque de l'année, à condition d'être placé dans un milieu à température suffisante.

Une assez haute température est, en effet, nécessaire à la reproduction, la ponte n'ayant lieu qu'aux environs de 25°. A cette température, d'ailleurs, la maturation sexuelle est extrêmement lente et demande environ deux mois. A 30°, par contre, la ponte commence 11 à 12 jours après la mise en étuve, même s'il s'agit d'imagos nouvellement formés. *Le réveil rapide des ovaires à 30° m'a fait d'ailleurs adopter cette température pour l'élevage.*

Le cycle évolutif est fort curieux. De l'œuf sort une larve staphyliniforme, de 3 à 4 millimètres de long, et d'un demi-millimètre à peine de large, à appendices céphaliques bien développés. Ces larvules, extrêmement sensibles à la sécheresse, mais résistant fort bien à la noyade, ne tardent pas à pénétrer dans le sol, à la recherche des larves de Doryphore en attente de la nymphose, ou des nymphes de la même espèce. Dès quelles ont rencontré une proie, elles l'attaquent sur place et elles effectueront à ses dépens toute leur croissance. Elles sont d'ailleurs aussi strictement inféodées à la Chrysomèle que l'Insecte parfait lui-même.

Ainsi, de même que les larves primaires de L. scapularis *Fourc. se nourrissent aux dépens de larves sur le point de se nymphoser ou de nymphes de* Galerucella luteola *Müller, les larves du premier stade de* Lebia grandis *Hentz. dévorent les larves en mal de nymphose et les nymphes de* Leptinotarsa decemlineata *Say, à l'intérieur du sol.*

Par conséquent, *le Carabique américain que l'on n'avait importé en France qu'au seul titre de prédateur, s'est également révélé parasite par ses larves.*

L. grandis a un développement complexe que Silvestri *considère comme une hypermétamorphose.* La jeune larve, *stade 1*a, prend un faciès différent à mesure qu'elle se nourrit; elle accumule du tissu adipeux, devient vermoïde, et prend le nom de *stade 1*b; ce dernier mûe, donnant une seconde forme larvaire à appendices dégradés, ne se nourrissant pas : *le stade II.* Cette larve subit à son tour une seconde métamorphose d'où sort *la nymphe* qui donnera enfin *l'imago.* Puis, l'insecte parfait s'étant pigmenté, brise sa cellule de terre et surgit à l'air libre. A 25°, le cycle, non compris la durée d'incubation, dure 18 à 20 jours.

En résumé, les cycles évolutifs de *L. grandis* et de *L. scapularis* sont fort proches l'un de l'autre. Même premier stade larvaire ectoparasite, l'un vivant aux dépens de nymphes de la Galéruque de l'Orme, l'autre se nourrissant du stade correspondant du Doryphore. Existence, chez l'une comme chez l'autre espèce, d'un second stade larvaire à appendices dégradés, ne se nourrissant pas. La nymphe, enfin, et l'ultime métamorphose en imago, présentent les mêmes caractères. Il existe cependant une différence importante entre les deux cycles : *il manque, chez L. grandis, la prénymphe qui fait suite au stade II chez le prédateur de la Galéruque de l'Orme.* Chez l'ennemi du Doryphore l'hypermétamorphose est donc plus réduite que chez *L. scapularis.*

La technique d'élevage a accaparé une grande partie de mes efforts. J'avais cru, tout d'abord, pouvoir assurer une bonne multiplication en faisant enterrer de grosses quan-

[1] W. R. Thompson, *op. cit.*

tités de larves de Doryphore dans la terre des caissettes où évoluaient les larves de *Lebia*. Or cette technique fut mise en échec par diverses conditions contrariantes qui tenaient toutes à l'existence de la terre : état d'humidité difficilement réglable, intervention de parasites : *Beauveria*, Anguillules, Acariens, enfin et surtout, *déperdition naturelle*, autrement dit, le fait qu'un certain nombre de larves de *Lebia* mouraient de n'avoir pu trouver de proie.

C'est précisément pour parer à ces pertes de larves dans le sol que je résolus de procéder à l'élevage individuel de chacune d'entre elles. *La technique d'élevage définitive se décompose donc en deux temps : production en premier lieu, de jeunes larves venant de naître, qui se pratique en plaçant les reproducteurs dans des bocaux emplis de terre aux trois quarts et mis en étuve à 30° ; en second lieu, élevage individuel, dans des tubes à essais emplis de terreau, de chacune de ces larves que l'on fait enterrer à la suite d'une larve de Doryphore.*

Grâce à cette technique, et en humidifiant convenablement, *on n'a pas à s'occuper des tubes une fois mis en élevage.* La larve de *Lebia* rencontre toujours celle de Doryphore, le cycle évolutif a lieu normalement ; l'adulte se forme, brise sa thèque de terre et monte en surface au sommet du tube où on n'a plus qu'à le recueillir. A 25°, température à laquelle j'opère, l'évolution est rapide et ne demande guère que de 20 à 25 jours depuis le moment de la préparation des tubes jusqu'à la récolte des insectes parfaits. A noter d'ailleurs que les mâles et femelles sont obtenus en nombre sensiblement égal.

Enfin, et surtout, la déperdition étant réduite à zéro, le rendement est excellent ; la proportion d'insectes obtenus, par rapport au nombre des tubes mis en élevage, atteint couramment 70 p. 100. Aussi suis-je parvenu, en 1938, à un total de sorties de terre s'élevant à plus de 3.000 imagos, contre 97 seulement en 1937 avec l'ancienne technique. Cette grosse production m'a d'ailleurs permis de reprendre les lâchers qui avaient dû être suspendus peu de temps après l'arrivée des *Lebia* américaines.

Pendant l'hiver, la mise en chambre froide à 8°-12°, après le nourrissage préalable des insectes, permet une excellente hibernation, à la simple condition d'entretenir une humidité suffisante en arrosant la terre des récipients où ils se trouvent.

Les possibilités d'acclimatation d'un Insecte sont fonction de ses exigences biologiques. Chez *Lebia grandis*, la ponte n'intervenant qu'aux environs de 25°, d'assez fortes températures sont donc nécessaires ; quant à l'humidité du sol, elle est non moins indispensable à l'évolution des œufs et à la vie des larves. Or, ces deux conditions : grandes chaleurs et fortes précipitations réunies, caractérisent précisément l'été américain, mais ne se rencontrent guère en Europe que dans l'Est de l'Allemagne et en Pologne. La sécheresse du climat français pendant l'été sera donc le principal obstacle à l'acclimatation du Carabique américain dans notre pays. Il commencera fort probablement à s'implanter dans les localités humides, favorables à l'évolution de ses œufs. J'ai d'ailleurs pu constater à la suite des lâchers effectués à Thiviers (Dordogne) l'apparition de générations autochtones.

L'évolution dans notre pays sera la suivante : la période d'activité des hibernants commencera au mois de mai avec les premières chaleurs. Au mois de juin, la reproduction battra son plein et les insectes parfaits de première génération sortiront de terre au mois de juillet. Ces nouveaux imagos se reproduiront à leur tour dès le début du mois d'août et donneront, en admettant qu'ils puissent encore trouver du Doryphore à cette époque, une seconde génération qui sortira de terre en septembre. Ces derniers adultes, survenant à une époque trop tardive pour se reproduire, hiberneront avec les survivants de première génération et les hibernants de l'année passée.

En résumé, l'étude biologique de *Lebia grandis* Hentz. placé au premier rang des ennemis du Doryphore par les entomologistes américains, n'a fait que me confirmer dans cette certitude. *Ce curieux Insecte, prédateur à l'état adulte et parasite à l'état larvaire, est en vérité l'agresseur-type de la Chrysomèle. Parce que prolifique, parce que étroitement inféodé au Leptinotarsa, parce que l'attaquant sous ses trois formes d'œuf, de larve et de nymphe, Lebia grandis Hentz. sera, sous des climats favorables, l'un des Insectes les plus efficaces parmi les ennemis naturels lancés contre le Doryphore.*

DOCUMENTATION.

PHYTOGÉNÉTIQUE.

Coffmann (F. A.) et Stanton (T. R.). — **Variabilité de la germination chez l'avoine.** (Variability in germination of freshly harvested Avena.) *J. of Agr. Research*, vol. 57, p. 57-71, 1938.

Les essais de germination ont porté sur différentes espèces, au total 25 variétés d'avoine. Ils ont montré qu'immédiatement après la récolte, les différentes variétés d'*A. sativa* germent plus ou moins lentement, alors que les variétés d'*A. byzantina*, d'*A. fatua* et d'*A. sterilis* présentent toutes une germination retardée et qu'une seule variété d'*A. nuda* a germé très rapidement.

Après des périodes de conservation variant de quelques jours à 7 ou 10 semaines, les différentes variétés se comportent aussi d'une façon très variable. Une germination retardée ne semble liée ni au type hiver, ni à la résistance au froid, ni à la précocité. Il n'y a pas non plus relation entre le pourcentage d'humidité des semences et la rapidité de germination. Les variétés à grain noir, à cicatrice proéminente et à nombreuses soies sur les premiers grains, caractères communs aux variétés appartenant à *A. fatua*, *A. sterilis* et *A. byzantina*, germent lentement, mais il n'y a peut-être là qu'une coïncidence.

Aucune relation n'existe non plus entre une germination retardée d'une part et la longueur du grain, ou le poids du grain ou le pourcentage d'amande d'autre part.

R. F.

Harlan (H. V.) et Martini (M. L.). — **L'action de la sélection naturelle dans un mélange de variétés d'orge.** (The effect of natural selection in a mixture of barley varieties.) *J. of Agric. Research*, vol. 57, p. 189-199, 1938.

Un mélange artificiel de 11 variétés d'orge a été cultivé dans 10 stations pendant des périodes variant de 4 à 12 ans. Le mélange était semé, récolté et battu suivant les méthodes habituelles des stations. La semence, telle qu'elle sortait de la batteuse, était conservée pour les semailles de l'année suivante. Tous les ans, dans chacune des populations récoltées, sur une moyenne de 500 plantes, était effectué le dénombrement des plantes des différentes variétés. Les variétés choisies étaient d'une identification facile, sauf pour deux d'entre elles.

Dans toutes les stations, il y a eu élimination rapide des variétés les moins adaptées et dans la plupart des stations, une variété, d'ailleurs différente pour chaque station, devenait très rapidement dominante, sans qu'il y ait toujours coïncidence avec le type le plus fréquent dans la région considérée.

En tout lieu la variété la meilleure présente une courbe nettement ascendante, tendant au bout d'un certain temps vers la ligne droite, alors que les variétés qui s'éliminent

présentent toutes la même courbe descendante. Les courbes des nombreuses variétés intermédiaires sont du même type que le schéma théorique, d'abord croissant puis décroissant. R. F.

Pammer (F.). — **Résultats de semis échelonnés de plantes de culture dérobée.** (Ergebnisse von Zeitstufensaaten mit Zwischenfruchtpflanzen.) *Pflanzenbau*, 15e année, fasc. 3, p. 81-99, sept. 1938.

Par des semis échelonnés exécutés en 1937 du début d'avril à la fin de septembre, l'A. a étudié la réaction au photopériodisme et le rendement des principales espèces utilisées communément en culture dérobée pour la production fourragère. Ces essais furent entrepris à Wieselburg, dans la région préalpienne autrichienne : altitude 250 mètres, précipitations annuelles 826 millimètres et moyenne annuelle de température 8°4. Le Pois cultivé, la Moutarde blanche, le Sarrazin, le Moha et la Féverolle se sont comportés comme des plantes de « long jour ». Le Lupin blanc, la Mauve fourragère (*Malva verticillata*), le Millet, sont des types de passage dont il n'a pas été possible de préciser le caractère. Le Tournesol, les Sorghos (*Sorghum saccharatum* et *S. halepense*) sont neutres quant au photopériodisme.

De ces résultats, l'A. tire certaines conclusions pratiques : Pois et Moutarde, plantes de longs jours, peuvent être semés soit au printemps, soit en automne. Sarrazin, Tournesol, Manioc, Moha, Millet, ont un fort développement surtout en été ; l'époque de semis la plus favorable à la production fourragère est variable ; le Sarrazin, le Tournesol et la Mauve ont une grande tolérance à cet égard. Au contraire, le Moha et le Millet doivent être semés seulement à la fin du printemps, au début de l'été. La féverolle et le Lupin blanc, à production constante, sont les espèces à utiliser à toutes fins en culture dérobée annuelle. Le Pois des champs peut être utilisé aussi bien en culture d'hiver que d'été.

L'A. termine en signalant la nécessité lorsqu'on compare le rendement d'espèces pouvant pratiquement être semées à différentes époques, de faire des semis échelonnés et insiste sur l'utilité qu'aurait en général cette méthode lors de la sélection et de la comparaison des variétés. G. Mén.

Kreutz (H.) et Schelhorn (M. V.). — **Recherches sur l'amélioration de légumineuses d'hiver annuelles.** (Ueber Züchtungsversuche bei winterannuellen Hülsenfruchtern.) *Pflanzenbau*, 15e année, fasc. 3, p. 99-117, sept. 1938.

Dans le but d'obtenir des variétés plus utilisables en culture dérobée d'hiver, c'est-à-dire possédant une résistance suffisante au froid, les AA. ont rassemblé de 1935 à 1938 un certain nombre de types de pois d'hiver, de vesces d'hiver et de gesses provenant d'Allemagne ou de l'étranger (S. E. et E. de l'Europe), ou recherché dans les déchets de triage des céréales. L'étude des petites espèces sauvages n'a pas été négligée. Des croisements ont été tentés à l'intérieur des genres Pisum et Vicia sans grand résultat, au moins pour ce dernier genre.

Les AA. décrivent les formes qu'ils ont étudiées et qui présenteraient quelque intérêt : *Pisum sativum* et *P. arvense; Vicia sativa, grandiflora, pannonica* var. *typica* et *purpurascens, villosa, narbonensis, faba, lutea, angustifolia; Lathyrus hirsutus, aphaca.* Certaines de ces formes sont résistantes à l'hiver. Elles seront sélectionnées quant à l'importance du développement végétatif, étudiées au point de vue cytologique et croisées avec des formes d'été. G. Mén.

Zeiher (E.). — **Recherches sur les possibilités de différencier les fruits de *Phleum pratense L.* et de *Phleum nodosum L.*** (Untersuchungen über die Möglichkeiten der Unterscheidung der Spelzfrüchte von *Phleum pratense L.* und *Phleum nodosum L.*) *Pflanzenbau*, 15e année, fasc. 5, p. 161-194, novembre 1938.

En raison de l'intérêt pratique que présente la distinction en graines des deux espèces linnéennes de phléole des prés qui comprennent chacune un grand nombre de types,

l'A. a étudié systématiquement un grand nombre de caractères des semences ou de germinations. Parmi les caractères des *glumelles*, la pilosité s'est montrée particulièrement significative, plus que la forme et la couleur, caractères d'appoint. La *forme des grains* décortiqués n'est utilisable que dans les cas extrêmes. L'état réticulé de la surface des grains n'est pas à retenir. Le poids de 1.000 gr. de *Phl. nodosum* n'est que les 2/3 ou les 4/5 de celui de *Phl. pratense*. Mais ce caractère est très fluctuant; toutefois, des semences pesant moins de 0 gr. 41 aux 1.000 grains, doivent être considérées comme contenant une forte proportion de *Phl. nodosum*. *L'énergie germinative de P. nodosum* serait en général un peu plus faible que chez *P. pratense*. L'utilisation des *rayons ultra-violets* n'a pas donné de résultats pour la distinction des deux espèces par examen des grains ou d'extraits aqueux de grains. Il en a été de même de l'action colorante de *solutions phénolées*. Les *caractères anatomiques* des glumelles, du grain, des germinations des coléoptiles des feuilles primaires, la pigmentation du coléoptile, de la première graine, n'ont pas non plus, été retenus.

Le meilleur caractère, mais d'une détermination un peu délicate pour la pratique courante du contrôle des semences, est évidemment le *nombre des chromosomes :* $2n = 42$ pour les formes de *P. pratense* et $2n = 14$ pour celles de *P. nodosum*. Enfin, la présence de *grains étrangers* (trèfle) ou de débris de grains de céréales peut fournir aussi de bons renseignements.

Au cours de cette étude, l'A. précise dans une certaine mesure la fluctuation des caractères utilisés et les méthodes de détermination et d'examen employées.

G. MÉN.

LEWIS (D.) et CRANE (M. B.). — **Études génétiques chez le pommier II.** (Genetical studies in apples II.) *J. of Genetics*, vol. 37, p. 119-128, 1938.

Les travaux d'amélioration entrepris sur le pommier sont considérables, mais la connaissance précise du comportement génétique des caractères est encore réduite. Cependant il existe quelques résultats du point de vue caractères morphologiques du fruit, des feuilles, etc.; dans le présent article est rapportée l'étude génétique du caractère : pigmentation anthocyanique des feuilles et des tiges.

Les géniteurs utilisés dans les croisements sont : « Lord Grovesnor » une variété de *M. malus* à feuilles et tiges vertes et *M. Neidzwetzkyana* dont les feuilles et toutes les parties de l'arbre sont fortement pigmentées. D'après les résultats obtenus, le second diffère du premier par la présence, pour la pigmentation, d'un gène unique dominant. On trouve, parmi l'ensemble des plantes colorées, une grande variation de pigmentation, probablement due à la présence de modificateurs.

Pour accroître le pourcentage de germination des graines, une technique spéciale consistant à enlever la testa, l'albumen et la membrane du nucelle a été adoptée au cours de ces recherches.

R. F.

SCHEIBE (A.). — **Essais de culture et de sélection du Carthame** (*Carthamus tinctorius L.*). [Zucht und Anbauerfahrungen mit Saflor.] *Pflanzenbau*, 15e *année*, fasc. 4, p. 129-159, octobre 1938.

L'A. a sélectionné et essayé en culture pendant quatre ans des safrans bâtards isolés dans des semences d'Anatolie ou de provenance européenne. L'importance de la provenance des semences est soulignée. Pour certaines origines de Carthame, les essais se sont montrés très gênés par l'apparition d'une maladie fongique caractérisée par le jaunissement et souvent la chute des capitules. Les provenances asiatiques n'ont pas donné des résultats. Les possibilités d'adaptation des diverses origines ont été jugées par la détermination du pourcentage de graines stériles.

Le carthame est un composé à fécondation croisée, mais l'autofécondation est possible dans une certaine mesure. La tendance à l'autofécondation est considérée par l'auteur comme un indice d'adaptation possible à la culture en Allemagne. Un des meilleurs caractères comparatifs utilisés, a été le poids de l'hectolitre ainsi que le poids de 1.000 grains. Les teneurs en protéine et en matières grasses, déterminées sur les grains

décortiqués, fluctuent considérablement et dépendent de l'origine. Ces deux éléments varient en raison inverse l'un de l'autre. Les formes épineuses de carthame ont une plus grande tendance à fructifier que les formes non épineuses. Ces formes épineuses présentent un certain intérêt par leur caractère xérophytique pour la culture en régions sèches.

Des essais de culture ont permis de définir les exigences de carthame au point de vue sol et climat et de préciser les procédés de culture et de récolte à appliquer pour l'exploration de cette plante oléagineuse d'été, dont le rendement a atteint en Thuringe 25 à 38 quintaux à l'hectare de graines non décortiquées contenant 14 à 23 p. 100 de matières grasses. G. MÉN.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE.

ROLAND (G.). — **Quelques jaunissements des feuilles de betteraves.** *Annales de Gembloux*, janvier 1938.

L'A. résume, dans cette brochure, les caractères des différents jaunissements ou décolorations de feuilles que l'on peut trouver sur feuilles de betteraves, ainsi que les moyens de lutte.

Il distingue deux groupes : dans le premier, il indique les jaunissements causés par des parasites (virus ou champignons), dans le second, il cite les jaunissements dus à une carence minérale (magnésium, manganèse, cuivre). Parmi les virus, il classe la Mosaïque et ses différentes formes, appartenant toutes cependant à un même virus. La Mosaïque se transmet artificiellement par jus et par greffage et naturellement par l'intermédiaire de quelques hémiptères. Les symptômes se présentent sous la forme d'une décoloration plus ou moins nette des jeunes feuilles.

La Jaunisse proprement dite rentre dans cette catégorie et l'A. en définit les caractères externes et internes. Elle est transmissible par pucerons et par greffe et non par jus. De tous les jaunissements étudiés, il considère la jaunisse comme le plus répandu ; elle cause des dégâts variables qui peuvent s'élever à 60 p. 100 au point de vue rendement en sucre.

Parmi les méthodes de lutte indiquées pour ces deux maladies, il préconise la lutte contre les pucerons et le choix des plantes saines pour la production des porte-graines.

Comme maladies principales causées par des champignons, l'A. cite la maladie des vaisseaux noirs due à un Pythium et un jaunissement dû à l'attaque d'un Verticillium ou d'un Fusarium. R. L. F.

OLADAKER (C. E. W.). — **Le mildiou de la pomme de terre en Tasmanie.** (Blight *Phytophthora infestans* of Potatoes in Tasmania.) *Tasm. J. Agr.* N. S., IX, n° 3, p. 134-137, 1938.

L'A. relate l'histoire du mildiou de la pomme de terre en Tasmanie depuis 1906, date de son apparition jusqu'à l'époque actuelle. La maladie s'est étendue et a augmenté de gravité jusqu'en 1908 et en 1910 en dépit de traitements énergiques elle a causé de gros dégâts. A partir de 1911, la variété Red Skin, qui était jusqu'alors la plus cultivée, a été remplacée par la variété Brownell plus résistante à la maladie. A partir de 1914-15 et pendant les dix années qui suivirent, la maladie disparut presque, bien que les traitements fussent peu à peu abandonnés. En 1926-27, la principale variété précoce Bismark fut atteinte dans certaines localités. Depuis lors on n'a plus observé que des attaques sporadiques. Dans certains districts on a supporté cette année des pertes de 50 p. 100, 60 p. 100 et davantage sur la variété Bismark. Dans un cas, on a pu observer que trois traitements à trois semaines d'intervalles pendant l'épidémie ont donné une augmentation de rendement de 30 p. 100. P. L.

LUTMAN (B. F.), LIVINGSTON (R. J.) et SCHMIDT (Alice). — **Les actinomyces du sol et la gale commune de la pomme de terre.** (Soil actinomyces and potato scab.) *Vermont agr. exp. Stat. Bull.*, 401, mars 1936.

Les AA. discutent au début la nature du parasite. Pour eux plusieurs espèces d'Actinomyces et non une seule entrent en jeu. Les Actinomyces qui produisent habituellement la gale appartiennent au groupe *chromogenus* dont les colonies produisent une coloration brune sur le milieu de culture.

De 1914 à 1917, les AA. ont fait pousser des variétés de pommes de terre sensibles à la gale commune dans deux champs dont l'un était constitué par une terre sablonneuse légère et riche en humus, l'autre par une terre argileuse très lourde. Ces deux sols étaient formés d'alluvions glaciaires. Presque 100 p. 100 des tubercules ont été fortement atteints dans le premier champ et à peu près autant dans le second en 1916. Les pommes de terre ont été exclues de la rotation entre 1916 et 1934 dans le champ à terre sableuse mais ont été plantées deux fois au cours de cette même période dans le terrain argileux. De 1924 à 1931 des numérations mensuelles de bactéries ont été faites, elles sont rapportées à 1 gramme de terre sèche. Le maximum était obtenu en hiver, de novembre à avril. Les numérations d'Actinomyces donnaient des résultats à peu près parallèles à ceux du nombre total des bactéries et pendant une période de huit ans ces derniers varièrent très peu. Les actinomyces se présentaient presque toujours sous la forme de fragments mycéliens, les spores étaient relativement rares.

Des tubercules de semence de pomme de terre de la variété *Green Mountain* désinfectés au préalable ont été plantés en 1935 dans sol sablonneux qui n'avait pas porté de pomme de terre depuis 19 ans. On obtint dans ce champ 70 p. 100 de tubercules sains, 26 p. 100 de tubercules légèrement atteints, 3,3 p. 100 de tubercules fortement atteints tandis que les proportions correspondantes en 1916 étaient respectivement 0 p. 100, 0,8 p. 100 et 99,2 p. 100. L'A. principal est enclin à penser que les espèces pathogènes d'actinomyces ne périssent pas dans le sol en l'absence de pommes de terre, mais deviennent moins virulentes. Elles seraient capables de reprendre leur virulence en présence de leur hôte préféré. P. L.

LUTMAN (B. F.). — **Les désinfectants et les tubercules de semences coupés de pomme de terre.** (Disinfectants and cut seed potatoes.) *Vermont agric. Exper. Station*, Bull. n° 401, mars 1936.

Il n'est pas possible de désinfecter les tubercules sectionnés par les mêmes procédés que les tubercules entiers. L'absence d'écorce sur la partie tranchée permet au désinfectant de pénétrer trop facilement dans les tissus mêmes du tubercule et d'y provoquer des dégâts. Les désinfectants les plus utilisés pour la désinfection des tubercules de pomme de terre sont le formol, le sublimé corrosif, le calomel, l'oxyde jaune de mercure et les composés organiques du mercure. L'A. groupe ces désinfectants en trois classes : 1° ceux qui sont très solubles dans l'eau et dont le pouvoir désinfectant est immédiat (formol, permanganate de potassium) ; 2° ceux qui sont peu solubles dans l'eau (sublimé corrosif, composés organiques du mercure tel que le semesan), leur action est moins rapide mais plus persistante en raison de la présence d'un résidu solubilisable en surface ; 3° ceux qui sont pratiquement insolubles (calomel, oxyde jaune de mercure). Les modes d'action de ces désinfectants sont ensuite passés en revue. Une écorce protectrice peut se développer à la longue sur les surfaces sectionnées du tubercule, moins efficace cependant que le périderme naturel.

Après avoir revisé le problème de la solubilité des différents désinfectants étudiés, l'A. passe en revue leur action sur les tubercules coupés. Le formol est le plus dangereux. En le détectant par la réaction de Schiff, on peut voir qu'il pénètre profondément en suivant les faisceaux vasculaires et peut détruire les jeunes tissus des germes. Le sublimé tue les cellules par coagulation. Le coagulum peut se voir sous la forme d'une couche blanche juste en dessous de la surface sectionnée. La pénétration du sublimé est très lente ; elle se fait par les méats intercellulaires et par les faisceaux vasculaires. Au fur et à mesure qu'il pénètre plus profondément, le sublimé se dilue et cesse de coaguler les cellules. Cependant, lorsque le tubercule est planté, la diffusion se continue et peut

endommager suffisamment les tissus pour empêcher ou retarder la germination et donner des plantes rabougries. Le calomel n'est pas tout à fait insoluble ; après désinfection dans une suspension de calomel, une petite quantité de ce produit adhère sur le tubercule et peut être absorbée. Cette absorption n'est généralement pas suffisante pour devenir fatale. Ce sont les tubercules ainsi désinfectés qui, en général, germent le mieux. L'oxyde jaune de mercure a les mêmes propriétés mais adhère en plus grande quantité à la surface du tubercule et se solubilise en plus grande quantité dans les tissus. Il provoque quelques dégâts sur les tubercules coupés. Les composés organiques du mercure tels que le Semesan Bel sont rapidement solubles, mais à condition de les appliquer rapidement et de sécher aussitôt les tubercules.

Ces essais sont basés sur une étude de cinq années dans les champs et en serre. Des études microchimiques ont permis de suivre la pénétration des produits dans les tissus.

Lorsqu'on traite des tubercules coupés, il est bon au préalable de laisser régénérer une écorce sur la section tranchée en les entreposant pendant cinq jours dans une cave humide et fraîche. Il faut utiliser comme désinfectant le calomel, l'oxyde jaune de mercure ou l'un des composés organiques du mercure étudiés à condition, en ce qui concerne ces derniers, de les utiliser rapidement et de sécher ensuite le tubercule.

P. L.

Clarke (C. F.), Stevenson (F. J.) et Schaal (L. A.). — **Hérédité de la résistance à la gale commune dans certains croisements et lignées de Pomme de terre.** (The inheritance of Scab resistance in certain crosses and selfed lines of Potatoes.) *Phytopath.*, vol. 28, n° 12, p. 878-889, 1938.

La désinfection du tubercule est insuffisante pour lutter contre la gale commune, car on ne tue pas ainsi les parasites qui viennent du sol. Depuis longtemps on a cherché des variétés résistantes à la maladie. Contrairement à ce que l'on avait cru constater au début, les variétés les plus résistantes ne sont pas toujours celles dont le tubercule a la peau la plus épaisse. Les facteurs qui déterminent la résistance sont certainement complexes.

A partir de 1930, les AA. ont fait des essais sur diverses variétés, aucune variété n'a montré un haut degré de résistance, par contre les variétés européennes *Hindenburg*, *Richter's Jubel*, *Ackersegen*, *Arnica* et *Hindenburg* × *Centifolia* n° 9 sont très résistantes.

Des études sur des lignées et des croisements ont été faits dans le but de déterminer le mode d'hérédité de la résistance à cette maladie. Les AA. concluent de leurs essais que certaines variétés telles que *Hindenburg* et *Ostragis* sont probablement homozygotes au point de vue de la résistance tandis que d'autres telles que *Richter's Jubel* seraient hétérozygotes. Il y aurait une liaison (linkage) entre la couleur roussâtre du tubercule et la résistance. Cependant dans un croisement, les facteurs de résistance se sont transmis indépendamment de la couleur du tubercule. On a pu produire des tubercules blancs, rouges et roussâtres très résistants. De nombreuses variétés à peau blanche ont été obtenues par hybridations et sélection. Ces variétés présentent certains défauts. Il est cependant permis d'espérer, en les utilisant comme parents, obtenir des variétés intéressantes.

P. L.

Bertram (L.). — **La pourriture des tubercules de Pomme de terre causée par l'*Alternaria*.** (Die Alternaria Knollenfäule der Kartoffel.) *Die Kranke Pflanze*, 16e année, H. 2, p. 26-32, 2 fig., février 1939.

Alternaria solani détermine une pourriture qui se présente sous la forme de larges plages brun foncé, en dépression, portant parfois des zones concentriques parallèles au contour des taches ; la limite est très nette ; sur une coupe, la chair apparaît brun-noir sur une profondeur de 1/2 à 3/4 de centimètre, sèche, spongieuse ; elle devient très dure ; une zone vitreuse la sépare de la partie saine.

La pourriture est observée sur la variété Erstling ; il faut admettre qu'elle peut en atteindre d'autres : Verhoeven la signale sur Erstling, Bintje et Alpha alors que Eigenheimer, Industrie et Rekord sont plus rarement touchées.

L'A. expose les résultats de recherches ayant trait : à l'extension de la maladie pendant la conservation; à la transmission de la maladie par le tubercule-semence; à la possibilité d'infection par le sol.

Il résulte des essais conduits au laboratoire, dans les locaux de conservation, en pots et en plein champ, que l'infection de tubercules sains par le voisinage de tubercules pourris est peu probable, que les plantes issues de tubercules malades ne montrent d'attaques d'*Alternaria* ni sur le feuillage ni sur les tubercules et que l'infection du sol n'est pas suivie d'infection de plantes.

Il demeure la possibilité d'infection de tubercules à la suite d'attaques sur le feuillage; Verhoeven, en 1935, note un rapport direct entre les attaques de feuilles et les attaques de tubercules; mais Bolk, en 1937, observe de très fortes contaminations de feuilles sans que les tubercules se montrent atteints, aussi y a-t-il lieu de considérer comme le fait Bonde qu'il existe des races d'*Alternaria solani* différentes par leur virulence sur les feuilles et sur les tubercules.

On peut, en outre, présumer que les attaques de tubercules dépendent de circonstances extérieures et qu'en particulier les conditions météorologiques sont décisives. M. L.

Burke (O. D.). — **La maladie des taches argentées de la Pomme de terre.** (The silver-scurf disease of Potatoes.) *Cornell Agric. Exp. Stat. Bull.*, n° 692, 30 p., 5 fig., 1938.

Les symptômes permettent de distinguer cette maladie de beaucoup d'autres altérations du tubercule. Le champignon *Spondylocladium atrovirens* Harz. envahit uniquement les tissus subérifiés de la périphérie du tubercule ou les éléments disloqués emprisonne de l'air, ce qui détermine l'aspect « argenté » des taches; la pénétration dans les cellules vivantes n'est pas observée.

Le travail expérimental et les observations dans les champs indiquent que les tubercules deviennent sensibles à la maturité ou au voisinage de cette maturité et qu'ils sont très sensibles pendant la conservation. En magasin l'infection des tubercules sains dépeud de l'humidité et de la température : le développement de la maladie est entravé par une humidité inférieure à 90 p. 100 et par une température inférieure à 3°.

L'infection primaire peut avoir pour origine le tubercule-semence, les tubercules restés en terre, le sol où le champignon vit en saprophyte. On a songé à désinfecter les semences; malgré la grande résistance du champignon à l'action des antiseptiques de bons résultats sont obtenus avec le bichlorure de mercure et le cyanure de mercure à la dose de 0,5 p. 1.000 (immersion de 20 minutes). Les variétés à peau lisse seraient les moins atteintes. On évite encore la maladie en récoltant de bonne heure. M. L.

Clayton (E.), Gaines (J. G.), Smith (T. E.), Lunn (W. M.) et Shaw (K. J.). — **Traitement de la moisissure bleue du tabac par pulvérisations.** (Control of the blue mold (downy mildew) disease of tobacco by spraying.) U. S. A. Bureau of plant industry. *Tech. Bull.*, n° 650, 1938.

Étude sur le traitement du *Peronospora tabacina* Adam. parasite des jeunes plants de tabac. L'action de la Bouillie bordelaise s'étant montrée insuffisante, ces auteurs ont expérimenté toute une série de produits liquides et des poudres. Les meilleurs résultats ont été obtenus par des pulvérisations avec une combinaison d'oxyde cuivreux et d'huile de coton émulsifiée. Les jeunes plants en châssis étaient pulvérisés deux fois par semaine.

La formule utilisée était : oxyde rouge de cuivre 200 à 300 grammes, mouillant « Lethane » 100 grammes, huile de graine de coton 2 litres pour un volume total de 200 litres de bouillie aqueuse. J. B.

Johnson (James). — **Production par des microorganismes de substances inactivant le virus n° 1 de la mosaïque ordinaire du tabac.** (Plant virus inhibitors produced by microorganisms.) *Science*, n° 88, p. 552-553, décembre 1938.

Des bactéries telles que *Acrobacter acrogenes* (Kr.) Bergey des moisissures telles qu'*Aspergillus niger* Van Tieghem produisent une ou plusieurs substances non toxique

pour les microorganismes (bactéries du champignon) ou les plantes supérieures, mais capable d'inactiver instantanément le virus. La substance (qui résiste au chauffage à 100°) peut être concentrée dans les bouillons de culture par évaporation à chaud. Une dilution d'une partie de bouillon desséché dans 10° d'eau, inactive complètement son volume de l'extrait non dilué de tabac affecté de mosaïque. Une dilution à 0,01 p. 100 conserve presque le même pouvoir. La substance résiste à l'alcool, au chloroforme, au bichlorure de mercure; elle traverse les filtres qui arrêtent habituellement les bactéries, mais en perdant beaucoup de son pouvoir. J. D.

MARTIN (L. F.) et MCKINNEY (H. H.). — **Le virus de la mosaïque du Tabac est dans le cytoplasme.** (Tobacco-mosaic virus concentrated in the cytoplasm.) *Science*, n° 88, p. 458-459, 1938.

Des feuilles de tabac affecté de mosaïque, tuées par l'éther, sont soumises à une pression de 5.000 pds p. pouce carré, soit 350 kgs p. cm²; pour exprimer le liquide vacuolaire contenant 0,13 mg. de protéine p. c. c. La pulpe congelée, broyée et pressée, donne un jus vert foncé, qui filtré sur « célite » permet d'obtenir un liquide brunâtre considéré comme extrait du cytoplasme (contenant 2,36 mg. de protéine par c. c.).

Le liquide vacuolaire, l'extrait cytoplasmique et une protéine virus servant de témoin, sont mis en solution à pH 7, à une dilution correspondant à 10^{-4} mg. de protéine p. c. c.

L'inoculation à 32 feuilles de Haricot donne les nombres de lésions suivantes : liquide vacuolaire, 1; extrait de cytoplasme, 240; solution de protéine virus, 222.

Ce qui confirme les conclusions de DUGGAR et LIVINGSTON acquises à la suite de leurs essais de micro-infection : la protéine virus est localisée dans le cytoplasme; elle passe d'une cellule à l'autre par les plasmodesmes. J. D.

BAWDEN et PIRIE. — **Cristaux liquides de virus.** (Liquid cristalline preparations of plant viruses.) *Réun. Int. Phys., Ch., Biol.*, Paris, 1938.

Les préparations les plus pures de virus de la mosaïque du Tabac montrent des cristaux liquides dès que leur concentration atteint 1,6 p. 100; 1 c. c. de solution contenant de 1/6 à 1/10 de millionnième de gramme donne un précipité spécifique avec l'antisérum: 1 c. c. de solution contenant 1/10 de millionnième de gramme provoque l'apparition de lésions locales sur la feuille badigeonnée de *N. glutinosa*.

Un litre de jus infectieux exprimé de Tabac peut contenir 2 grammes de virus; cependant son « anisotropie de filet liquide » est bien moindre que celle d'une solution obtenue en dissolvant 0 gr. 2 de virus purifié dans 100 de jus de plante saine. Le jus reste infectieux après filtration à travers des pores de collodion, tandis que le virus purifié est retenu par des filtres ayant des pores de 450 mμ. A poids égal, le virus purifié est considérablement moins infectieux que le virus non traité.

Deux échantillons de jus ayant même titre sérologique ont même pouvoir infectieux. — Deux préparations ayant subi les mêmes purifications, et ayant même titre sérologique, ont encore même pouvoir infectieux. Mais à titre sérologique égal, le jus est bien plus infectieux que la solution de virus purifié.

Si les petites particules de virus ou les agrégations de ces petites particules peuvent jouer le rôle d'unités infectieuses, toute agrégation doit réduire le pouvoir infectieux d'un certain poids de virus. Cette agrégation n'affectera pas le titre sérologique qui est mesuré par une exagération de l'agrégation des particules c'est-à-dire par la formation de particules virus + antisérum, assez grosses pour être visibles.

Il ne paraît pas que le virus, ayant subi l'agrégation, puisse être ramené à son état initial. Cependant la dilution des solutions peut provoquer des ruptures de chaînes. L'étude du pouvoir infectieux des solutions de plus en plus diluées montre que le nombre des lésions locales n'est pas directement proportionnel à la concentration du virus. Les solutions très diluées donnent plus de lésions que ne permettrait de le prévoir la décroissance exponentielle du pouvoir infectieux avec la dilution. Cette déviation s'explique, si, en solutions concentrées, les particules tendent à s'agréger bout à bout pour former des chaînes (BALD et BRIGGS, 1937). J. D.

BROWN (J. G.) et BUTLER (K. D.). — **Pourriture de l'inflorescence du palmier-dattier.** (Inflorescence blight of the Date-Palm.) *J. Ag. Research*, LVII, 41 fig., p. 313-318, 1938.

Des mortalités d'inflorescences de palmiers-dattiers dans l'Arizona, attribuées le plus souvent à *Thielavia paradoxa*, sont produites par deux espèces de *Fusarium: F. moniliforme* SHELD. et *F. semitectum* BERK et RAV ou *F. lateritium* NEES var. *fructigenum*. Des inoculations artificielles ont pu être réalisées. Le champignon envahit les vaisseaux et le parenchyme.

Cette maladie des dattiers est analogue, dans ses dégâts, au « Khamedj » du Nord-Africain produit par *Mauginiella scaettae*. L'A. conseille de couper les inflorescences mâles après la fécondation, d'enlever complètement l'inflorescence femelle à la récolte et d'effectuer un sulfatage avant l'ouverture des spathes qui entourent l'inflorescence.

J. B.

MACDONALD (J. A.) et RUSSEL (J. R.) — *Phomopsis scobina* (CKE) v. HÖHN et *Phomopsis controversa* (SACC.). **Trav. sur le Frêne.** [*Phomopsis scobina* (CKE) v. HÖHN and *Phomopsis controversa* (SACC.) Trav. on Ash.] *Trans. and Proc. of Botan. Soc. Edinb.*, vol. XXXII, part. II, p. 341-352, 2 pl., 1937.

Les branches de *Fraxinus excelsior* portent fréquemment des pycnides; ce sont le plus souvent des champignons saprophytes sur les rameaux morts, les fruits, les feuilles; mais, dans certains cas, ces organismes se comportent en parasites : cas de *Phomopsis scobina* et de *P. controversa*, espèces très voisines se rattachant au genre *Diaporthe*.

L'A. montre que ces champignons peuvent déterminer des chancres. *P. scobina* attaque l'écorce sur de grandes plages où les tissus s'affaissent et brunissent; il peut atteindre les tissus lignifiées; le cambium est affecté; le bois est formé en moindre quantité et son degré de lignification est plus faible. Sur de jeunes rameaux, il peut provoquer le développement de « balais de sorcières ».

P. controversa, parasite plus faible, peut tuer de jeunes rameaux, mais ses chancres sur les grosses branches sont très limités, le mycelium est arrêté parce qu'il croît très lentement et qu'il ne peut se développer dans le bois vivant. M. L.

WINFIELD RAY (W.). — **Hivernation du *Taphrina robinsoniana*.** (Overwintering of *Taphrina robinsoniana*.) *Phytopathology*, vol. XXVIII, n° 12, p. 919-922, décembre 1938.

L'A. est d'avis qu'il convient de grouper en un seul genre (*Taphrina*), les trois genres *Exoascus*, *Taphrina* et *Magnusiella*. Les deux groupes *Taphrina* et *Exoascus* se distinguent théoriquement par la présence chez le second d'un mycélium vivace.

D'après les recherches de l'A., *T. robinsoniana* qui attaque les bractées et les chatons femelles de l'Aulne (*Alnus incana* L.) dans l'État de New-York n'a pas de mycélium vivace dans leurs tissus. L'A. émet l'hypothèse d'une multiplication saprophytique des spores sur les jeunes branches. En tout cas, les spores restent certainement viables après avoir passé l'hiver, puisque les contaminations se font au printemps. P. L.

DICKEY (R. D.) et REUTHER (W.). — **Le sulfate de manganèse contre la chlorose de certaines plantes d'ornement.** (Manganese sulfate as a corrective for a chlorosis of certain ornemental plants.) *U. of Florida Agr. Exp. Station*, Bull. 319, avril 1938.

Un type spécifique de chlorose sur arbustes d'ornement a été observé en Floride, aussi bien en terrains trop riches en chaux qu'en sables acides. L'A. décrit des cas de chlorose qui sont dus à une carence en manganèse assimilable dans le sol sur *Lagerstroemia indica*, *Bougainvillea glabra*, *Psidium cattleyanum*, *Thunbergia grandiflora*, *Bignonia venusta*, *Agyneja impubes*.

Il recommande des pulvérisations de printemps avec du sulfate de Mn à raison de 50 grammes dans 10 litres d'eau et 25 grammes de chaux. Il faut couvrir soigneusement toutes les feuilles et, dans le cas de plantes difficiles à mouiller, ajouter de la caséine ou de la bentonite. On peut combiner ce traitement avec l'arséniate de plomb ou le soufre

mouillable. En dehors des plantes précédentes, d'autres espèces telles que *Hydrangea*, *Hibiscus*, les azalées et les roses peuvent être traitées sans danger de brûlure. Le verdissement des arbustes traités est visible au bout de 2 à 8 semaines selon l'espèce et la saison. M. G.

LEVADITI (C.). — **Nouvelles données sur la nature des ultravirus.** *La Presse médicale*, n° 102, 21 décembre 1938.

Depuis 1935, nos conceptions sur les ultravirus ont été bouleversées. On avait pu, jusque là, mesurer les particules de virus grâce aux techniques d'ultra-filtration et d'ultra-centrifugation et l'étude de leur constitution chimique démontrait leur nature protéique, mais la plupart des microbiologistes furent très étonnés d'apprendre que STANLEY avait pu isoler un virus de la mosaïque du tabac *sous forme de cristaux*. Les travaux ultérieurs semblent montrer que la substance ainsi cristallisée est bien le virus lui-même. D'autres virus de plantes ont pu être obtenus de la même façon à l'état cristallin par BAUDEN et PIRIE. Pour les différents virus isolés, on a pu mesurer la taille des particules et déterminer leur poids spécifique et leur masse moléculaire. L'ultra-centrifugation a permis de montrer que les suspensions particulaires sont homogènes. On a pu étudier également l'action des agents physiques et chimiques sur ces substances. Un certain nombre d'agents modifient la constitution de la nucléoprotéïde virulente et l'inactivent. Dans certains cas (formol, safranine, etc.), le phénomène est réversible et l'on peut réactiver le virus. Dans un ordre d'idée différent, on a pu montrer que « les deux fonctions — virulence et antigène — ne sont pas liées au même groupement chimique de la molécule nucléoprotéïne » de sorte que, sous l'influence de certains agents physiques (radiations ultraviolettes) ou chimiques (H^2O^2, HCHO) « le virus perd son activité pathogène tout en conservant ses propriétés antigéniques ».

Les cristaux de Stanley restent virulents après 15 cristallisations successives. Le spectre d'absorption en lumière ultraviolette se trouve entre 2.600 et 2.650 A° et ce spectre coïncide avec la longueur d'onde qui annihile « l'activité morbigène » du cristal. La virulence semble donc intimement liée à la nucléoprotéïne cristallisée. BERNAL et FANKUCHEN, en collaboration avec BAWDEN et PIRIE, ont étudié par les rayons X la structure des cristaux de Stanley. Ils ont montré qu'il s'agissait en réalité de *paracristaux* à structure fibrillaire allongée. L'arrangement moléculaire n'est régulier que *dans un plan* perpendiculaire à la longueur du cristal qui affecte la forme d'une aiguille de 40 de long et de 0,4 de diamètre maximum. Les molécules contenues dans le cristal sont des piles de molécules plus petites. BAWDEN et PIRIE ont récemment isolé le virus du *bushy stunt* de la tomate sous forme de vrais cristaux appartenant au système cubique et, de ce fait, isotropes (dodécaèdres rhombiques). Ces cristaux sont virulents à 10^7 grammes par centimètres cubes et antigéniques (seuil 10^6 grammes).

L'A. essaye, dans sa conclusion, de faire la synthèse de nos conceptions actuelles sur les virus filtrables. L'infection est d'origine exogène. L'ultravirus, pour beaucoup d'auteurs, est un *catalyseur*, mais cette hypothèse doit être écartée comme peu vraisemblable. L'A. se rallie entièrement à la conception de Stanley : « On peut considérer l'infection, dit Stanley, comme l'introduction de quelques molécules d'un virus protéine dans l'hôte réceptif. Ces quelques molécules paraissent avoir la faculté de diriger le métabolisme de l'hôte de façon que celui-ci fabrique, non des protéines normales, mais une grande quantité de *virus protéine*... On peut donc regarder la maladie comme une rupture du métabolisme normal avec production de virus protéine. » Il n'est plus question ici d'autocatalyse, le virus ne se multiplie pas, c'est la cellule malade qui acquiert la faculté de la fabriquer lorsqu'elle en contient une petite quantité introduite au cours de l'inoculation. Il est impossible, à l'heure actuelle, de préciser le mécanisme de cette déviation du métabolisme cellulaire.

L'importante question se pose encore pour certains de savoir si le virus est quelque chose d'inerte ou de vivant. Il n'existe aucune définition rigoureuse de la vie. L'A. n'élimine pas absolument l'hypothèse d'une vie des virus, mais il la considère comme « si mystérieuse que vouloir l'analyser ce serait, en l'état actuel de nos connaissances, risquer de glisser sur la pente dangereuse de la métaphysique ». Les travaux des physiciens rendent d'ailleurs de moins en moins défendables l'hypothèse vitaliste.

En ce qui concerne les maladies à virus de l'homme, on est peu avancé. On connaît tout au plus les dimensions des particules de virus.

L'A. conclut en indiquant que la « doctrine pastorienne devra être reconsidérée sur le plan de la nature et du mécanisme d'action de certains ultra virus, lesquels ne peuvent plus être envisagés comme étant des inframicrobes » et que nos anciennes méthodes de travail sont périmées, ce sont les chimistes et les physiciens qui, en collaboration avec les microbiologistes, « dévoileront tôt ou tard le secret de ces êtres de raison ».

P. L.

Decoux et Roland. — **Atlas des ennemis et maladies de la betterave**, 56 pages, 20 pl., Bulens, Bruxelles, 1938.

Dans cette brochure, les A. A. passent en revue les principales maladies de la betterave : cryptogamiques, bactériennes, à virus et « de carence ». Ils ont ajouté également les principaux dégâts produits par les rongeurs, insectes, pucerons et nématodes.

Se plaçant du point de vue pratique, afin de guider les planteurs de betteraves, ils étudient succinctement les symptômes, les causes de chacune de ces affections et en donnent les traitements. Des planches en couleurs, établies en regard, mettent en relief l'aspect de ces maladies.

R. L. F.

Wormald (H.). — **Maladies des arbres fruitiers et du houblon.** (Diseases of fruits and Hops). Crosby Lockwood, 290 pages, 40 pl., London, 1939.

Ce manuel a été fait à l'usage des horticulteurs et des agronomes de Grande-Bretagne par un spécialiste bien connu de la Station des Recherches d'East Malling, près de Londres. Le but de l'ouvrage est avant tout d'ordre pratique et les renseignements purement scientifiques ont été très réduits, mais les phytopathologistes pourront cependant consulter ce livre avec profit, car ils y trouveront une énumération assez complète des maladies des arbres et arbustes fruitiers, du fraisier, de la vigne, du figuier, du mûrier, du noyer et du houblon existant en Angleterre ; cette liste comprend non seulement les altérations répandues un peu partout, mais encore des parasites qui ne se rencontrent que dans certaines situations spéciales où ils peuvent cependant causer des dégâts assez importants. Le Dr Wormald donne également pour chaque maladie un résumé de la question des traitements d'après les travaux d'ensemble et d'après les essais faits spécialement en Grande-Bretagne ; on trouvera donc dans cet ouvrage une mise au point facile à consulter de l'état des connaissances sur la question, telle qu'elle se présente dans ce pays. Certains pourront être surpris de voir le houblon placé à côté des arbres fruitiers ; en France, le houblon est en effet très localisé, mais en Angleterre cette culture est plus répandue.

Les Français qui sont un peu familiarisés avec la langue anglaise pourront consulter à la fois les paragraphes qui concernent les maladies existant en France, mais qui n'y ont pas fait l'objet d'essais de traitements et aussi ceux qui concernent les parasites inconnus dans notre pays, qui peuvent s'y trouver cependant dans certaines régions limitées ou qui pourront y pénétrer plus tard.

Il n'est pas possible de résumer un livre de ce genre qui est lui-même un résumé condensé ; on laissera de côté dans cette analyse les maladies les plus connues de tous les spécialistes. On peut signaler que l'A. expose d'abord en quelques pages les notions essentielles sur les maladies, sur les produits anticryptogamiques et sur l'emploi de ces derniers.

Ensuite sont examinées successivement les maladies des diverses cultures ; si nous laissons de côté les maladies courantes, on peut citer pour les phytopathologistes le plomb (silver leaf) sur pommier, qui paraît rare en France ; le bark canker du pommier et du poirier causé par le *Phacidiella discolor* (observée en France seulement sur poirier, près de Saint-Germain, par M. Barthelet) et diverses autres maladies des branches ; le blotch fumeux (*Gloeodes pomigena*) signalé d'abord pour l'Europe en Angleterre, sur pommes, poires et prunes, puis il y a quelques années en France (surtout sur pommes : Reinette du Mans) ; le chancre (*Nectria galligena* ou *N. ditissima*) est parfois grave en Angleterre sur le poirier, tandis qu'en France il ne cause guère de dégâts sérieux que sur le pommier ; la bactériose des fleurs et des pousses des arbres à noyau (*Bacillus Bakeri* et *Pseu-*

domonas prunicola, ce dernier spécialement étudié par l'auteur) ; le flétrissement du cognassier, du cerisier, du cassissier et du framboisier dû au *Verticillium Dahliæ;* la cloque des feuilles du cerisier (*Taphrina minor*) différente des balais de sorcière produits par le *T. Cerasi:* la « dégénérescence » (reversion) du cassissier qui est probablement une maladie à virus, de même que la mosaïque du framboisier ; la maladie des fraisiers « en chou-fleur » dont la cause est peut-être une bactérie ; l'altération des pétioles du fraisier due au *Didymella Lycopersici*, et celle du limbe et des fruits de la même plante causée par le *Septogloeum Fragariæ;* le *crinkle* (maladie à virus du fraisier) transmise par un puceron (*Capitophorus fragariæ);* le Rip-rot (*Glomerella cingulata*) des raisins en serre ; la maladie des greffes de noyer due au *Chalaropsis thielavioides*, la maladie bactérienne du même arbre (*Pseudomonas Juglandis*), et enfin toutes les maladies du houblon qu'on n'énumérera pas ici.

L'ouvrage se termine par un court chapitre sur les maladies importantes signalées dans d'autres pays, surtout dans l'Amérique du Nord et qui n'existent pas encore en Grande-Bretagne.

De bonnes photographies complètent les descriptions et facilitent la compréhension du texte par les étrangers. G. A.

Cavadas (D. S.). — **La flore de la Grèce.** Tome I : **Pteridophytes, Gymnospermes et Monocotylédones.** *Université de Thessalonique*, 884 pages, 274 fig., Grèce, 1938 (en grec).

Le livre de M. Cavadas, professeur de botanique à la Faculté des Sciences de l'Université de Thessalonique, vient combler une lacune de la bibliographie hellénique en ce qui concerne l'étude et la détermination des plantes spontanées de la Grèce. Le seul travail complet qui existait en cette matière, celui de Halascy, *Conspectus floræ græcæ*, était écrit en latin et s'adressait, par conséquent, aux spécialistes. Il y a eu, il est vrai, quelques tentatives pour présenter divers ouvrages de vulgarisation, mais qui n'ont été qu'une liste des plantes rencontrées par les auteurs, sans aucune indication pour la détermination facile et sûre par les amateurs.

M. Cavadas s'adresse aussi bien aux spécialistes qu'aux profanes et surtout à ces derniers. Il a voulu éviter, autant que cela fut possible, une terminologie technique et il donne une explication détaillée des termes indispensables. Au point de vue systématique, l'A. a suivi la classification d'Engler, trouvant qu'elle est la plus complète et la plus rationnelle de celles qui ont été présentées jusqu'ici. Il donne le nom des plantes en latin, tout en indiquant leurs noms communs en grec, en français, en anglais, en allemand et en italien. Il a essayé de restreindre le plus possible le nombre des synonymes, en ne donnant que le nom le plus ancien et le plus connu.

Quant aux variétés, formes et variations, l'A. n'a tenu compte que des plus stables, passant sous silence toutes les variations dues aux influences du milieu ainsi que celles dérivant de l'hybridation et dont la description compliquerait inutilement ce livre.

Le tome I comprend deux parties : dans la première, l'A. donne des généralités sur l'espèce, la race, etc., et sur la classification des plantes. Il explique le système des clefs dichotomiques sur la récolte et la conservation des plantes en herbier. Dans la deuxième partie, il passe à la détermination des plantes par les clefs dichotomiques et traite des ptéridophytes, gymnospermes et monocotylédones.

Chacune des espèces est décrite succinctement, avec quelques notions sur l'écologie, son aire géographique, ses propriétés et son utilisation. Toutes les espèces décrites sont représentées par des figures, ce qui rend la description beaucoup plus explicite. D'autres tomes compléteront l'ouvrage.

Ce livre, unique en sa langue, paraît donc pouvoir rendre les plus grands services à tous les Hellènes qui veulent prendre contact avec la flore de leur pays. S. D.

Fisher and Yates. — **Tables statistiques pour les recherches biologiques, agricoles et médicales.** (Statistical tables for Biological, Agricultural and Medical Research.) Oliver et Boyd, London, 1938.

L'interprétation statistique des résultats expérimentaux exige l'utilisation d'un grand

nombre de tables spéciales; un certain nombre des tables de ce volume sont familières aux statisticiens, qui ont appris à les utiliser dans *Statistical methods for Research workers* et dans *The design of Experiments*, publiés par FISHER en 1936 et 1937.

Table I-VII, signification basée sur la distribution normale : Soit x la déviation comptée à partir de la moyenne, dans une distribution normale dont la variance est prise pour unité; l'ordonnée Z (table II) est : $Z = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}x^2}$

L'intégrale de cette fonction donne l'aire de la courbe, ou total des fréquences des observations entre les limites de l'intégration; la fraction tombant au dehors des limites $\pm$ est donc : $P = 2\int_x^\infty 2\,dx$

La table I donne les valeurs de x correspondant aux diverses valeurs de cette fraction.

Table III. La distribution de t s'utilise pour éprouver la signification d'une déviation lorsque *l'erreur standard est estimée* d'après les résultats de l'observation (de l'échantillon); t est la déviation divisée par sa déviation standard estimée.

Table IV. Pour éprouver le degré d'accord entre distributions « observée » et « calculée », on bloque en une mesure unique l'ensemble des n déviations entre fréquences « observée » et « calculée » dans n classes de fréquences; la quantité χ^2 est la somme des carrés de n variables qui varient normalement et indépendamment à partir de 0, avec une variance égale à 1. Quand n est pair, la probabilité d'obtenir une somme de n carrés supérieure à une valeur donnée de χ^2 se ramène à une somme de $\frac{1}{2}n$ termes de séries de POISSON, la somme de l'ensemble des séries étant 1 et sa moyenne $\frac{1}{2}\chi^2$. La table IV (valeurs de χ^2 pour les différentes probabilités P) permet de trouver la moyenne de séries de Poisson dont les $\frac{1}{2}n$ premiers termes constituent une fraction donnée du tout.

La table VIII (tables de contingence) sert aussi à éprouver la signification des écarts entre fréquences observée et calculée, soit pour une distribution binomiale correspondant à une certaine probabilité p de manifestation de succès, soit pour des distributions de POISSON correspondant à une certaine moyenne m.

Tables IX-XIV. La fréquence avec laquelle un certain poids (x) est estimé supérieur à un poids étalon (m) est d'autant plus grande que x est plus lourd; la fréquence avec laquelle un sauteur franchit un obstacle diminue quand la hauteur augmente; la fréquence avec laquelle des insectes survivent à une fumigation décroît avec la concentration du gaz toxique : ce que FISHER appelle « *normal deviate* » *correspondant à la fréquence* se représente par une fonction linéaire des mesures (ou mieux, de leur logarithme : en toxicologie les mesures portent sur des concentrations).

La table IX donne la valeur de « deviate » correspondant à chaque millième de la fréquence totale, qui est dépassée par une fréquence donnée (pour prendre toutes les valeurs positives, on a ajouté 5 à chaque valeur de « deviate »); les valeurs obtenues sont appelées « probits »; les probits correspondant à des pourcentages complémentaires (tels que 50 et 60 p. 100) ont une somme égale à 10. La table des probits permet de transformer en ligne droite une courbe sigmoïde de mortalité.

Les tables XII, XIII, XIV, relatives aux transformations angulaires, permettent de transformer une probabilité variant de 0 à 1 en un angle variant de 0 à 90°; la relation $p = \sin^2\Phi$ est remarquable en ce que la quantité d'information relative à Φ reste constante.

Ces transformations sont particulièrement utiles dans l'étude des problèmes de toxicologie.

Dans l'analyse des populations à distribution très dissymétrique, il est avantageux de transformer des pourcentages par transformation angulaire, ou par racine carrée, $y = \sqrt{x}$ quand les observations pour chaque lot se distribuent selon des séries de POISSON; ou enfin par logarithme, $y = \log x$ quand les effets des variables sont proportionnels aux nombres de variants étudiés.

Les tables XV et XVI relatives aux « carrés latins » réunissent les documents sur cette technique qui, inaugurée à la Rothamsted Experimental Station pour les essais agronomiques, s'est montrée si fructueuse pour la discrimination de la part de l'hétérogénéité qui revient à l'espace et au temps dans la structure même d'une expérience.

Les tables XXIV, calcul des surfaces de courbes d'intégration, *XXV*, logarithmes décimaux, *XXVI*, logarithmes naturels, les suivantes, carrés, racines carrées, réciproques, et

surtout la table des constantes, poids et mesures, seront pour beaucoup d'usage quotidien.

J. D.

Résistance des poires à la tavelure (*Venturia pirina*).

On possède peu de renseignements détaillés sur la résistance des arbres fruitiers aux diverses maladies qui se développent en France. La plupart des vergers français sont composés de variétés peu nombreuses et d'arbres d'âge variable, ce qui rend les comparaisons très délicates; aussi les horticulteurs qui possèdent des renseignements très précieux à cet égard hésitent à les publier de peur d'être incomplets ou fautifs.

Cependant, dans un catalogue assez récent (1) se trouvent des indications assez nombreuses et il a paru intéressant de les relever en les interprétant par des termes uniformes. M. le professeur Marcel a bien voulu revoir ces notes et y apporter quelques compléments. Il s'agit dans le livre en question surtout de la sensibilité des fruits et les indications sont, semble-t-il, le résultat d'observations faites en particulier dans la région lyonnaise. Le signe + indique que la variété est peut-être plus résistante qu'il n'est indiqué dans le tableau; le signe — que la variété est peut-être moins résistante. La visibilité des caractères d'imprimerie est en rapport avec l'importance culturale des variétés suivant l'ordre décroissant :

Doyenné du Comice, Passe Crassane, Beurré Durondeau, *Directeur Hardy*, Catillac.

TRÈS RÉSISTANTES.

Alexandrine Douillard.
\+ *André Desportes.*
Beurré Capiaumont.
(Syn. Beurré d'Apremont.)
— **Beurré Durondeau.**
Certeau d'automne.
Clapp's Favourite.
— *Conseiller à la Cour.*
Directeur Hardy.
Dr Jules Guyot.
Duchesse de Bordeaux.
Favorite Morel.
Fondante Thirriot.
Jeanne d'Arc.
Jules d'Airoles.
\+ Madame Ballet.
Madame Bouvant.
Marguerite Marillat.
Martin sec (à cuire).
Messire Jean (à cuire).
Remy Chatenay.
Rousselet de Reims (à cuire).
Souvenir du Congrès.
Comtesse de Paris.
Conférence.

ASSEZ RÉSISTANTES.

Bergamotte dorée.
Beurré Clairgeau.
Beurré de Luçon.
\+ Beurré Dumont.
Bonne de Malines.
\+ Citron des Carmes.
\+ De l'Assomption.
— Curé.
— **Doyenné d'Alençon**
\+ *Doyenné de juillet.*
\+ **Doyenné du Comice.**
Épargne.
Joséphine de Malines.
\+ **Beurré Le Brun.**
— Madame Bonefond.
Monsallard.
Nec plus ultra Meuris.
\+ Nouvelle Fulvie.
Précoce de Trévoux.
Président Deviolaine.
Président Mas.
\+ Saint-Michel Archange.
Sœur Grégoire.
Soldat Laboureur.
\+ Sucrée de Montluçon.

MÉDIOCREMENT RÉSISTANTES.

\+ Beurré Dilly.
\+ Beurré Dubuisson.
Beurré Hardy.
\+ Beurré superfin.
\+ Beurré Vauban.
\+ *Des Urbanistes.*
\+ **Doyenné de Mérode.**
\+ **Passe Crassane.**
Triomphe de Jodoigne.

ASSEZ SENSIBLES.

Bergamotte Esperen.
Beurré Bachelier.
— **Beurré d'Hardenpont.**
Beurré Diel.
Beurré Giffard.
Beurré Six.
Bon Chrétien Williams.
Catillac (à cuire).
Charles Ernest.
— **Duchesse d'Angoulême.**
— Fondante Fougère.
Madame Treyve.
— Notaire Lepin.
— **Olivier de Serres.**
Passe Colmar.
Royale d'hiver.
Triomphe de Vienne.
Épine du Mas.

TRÈS SENSIBLES.

Beurré d'Amanlis.
Beurré gris.
Charles Cognée.
Doyenné blanc.
Doyenné d'hiver.
Doyenné gris.
Fondante des bois.
Louise Bonne d'Avranches.
\+ *Président Drouard.*

G. A.

(1) *Soc. pomol. de France.* — Catalogue descriptif des fruits adoptés par le Congrès pomologique. — Villefranche, 1927; 527 pages avec figures (pour les poiriers, p. 173 et suiv.).

ZOOLOGIE AGRICOLE.

DELLA BEFFA (G.). — **Les microlépidoptères mineurs des feuilles de Peupliers.** (I microlepidotteri minatori della foglie dei Pioppi.) Fasc. I, 18 p., V pl., Turin 1938.

Avant d'étudier chaque espèce de microlépidoptères minant les peupliers, et dont le nombre s'élève à 42, l'A. les divise en dix groupes biologiques en se basant sur la localisation des larves sur les différentes parties de l'arbre et grâce à l'aspect peu variable de leurs dégâts.

L'A. étudie ici seulement trois représentants du premier groupe dont les attaques sont caractérisées par des mines ovoïdes, creusées à la partie inférieure de la feuille : *Lithocolletis populifoliella* Tr, *tremulae* z et *comparella* z. Ce dernier microlépidoptère, dont la première génération demande environ 39 jours, alors que la deuxième en exige 316, est plus particulièrement étudié tant au point de vue morphologique que biologique. La même minutie est apportée à *Phyllocnistis suffusella* z qui, avec *P. sorhageniella* LUDERS, représente le groupe II dont les chenilles ravagent le limbe foilaire par des galeries sinueuses qui respectent néanmoins les nervures principales. La première de ces espèces présente, ainsi que *L. comparella*, deux générations réclamant respectivement, dans la région du Piémont où ces différentes espèces ont été observées, une durée moyenne de 50 à 294 jours. J. S.

LEPESME (P.). — *Hofmanophila pseudospretella* STT. **hôte indésirable des habitations et des magasins.** *Bul. soc. ent. Fr.*, p. 283-288, 1 pl., 4 fig., 1937.

L'A. a constaté de très sérieux dégâts de la chenille de ce microlépidoptère dans des balles de menthe sèche d'une herboristerie parisienne.

100 kilogrammes de ces plantes déposés pourtant dans une pièce non chauffée furent réduits en poussière au bout de quelques mois.

L'A. expose les raisons qui lui font laisser ce tinéide dans le genre *Hofmanophila* SPL. et décrit l'adulte, l'œuf et la chenille. *H. pseudospretella* serait une espèce cosmopolite ayant néanmoins une tendance, dans les régions tropicales, à se cantonner sur les points les plus froids. D'origine asiatique, d'après MEYRICK, elle aurait été introduite en Europe aux environs de 1840. Sa larve, qui est détritophage, marque une préférence pour les matières végétales desséchées (LAING), mais se rabat aussi fréquemment sur des débris animaux (CHRÉTIEN). Elle a été signalée en outre dans les graines de réséda (SICH) et de lin (WEST).

LAING a pu suivre son développement sur des capsules de pavot, feuilles de belladone, etc. Des dégâts sérieux ont aussi été constatés en Angleterre où des quantités importantes de houblon furent détruites.

C'est donc là une espèce polyphage mais ayant tendance, d'après LAING, à attaquer surtout des Crucifères, Malvacées et Ombellifères. *H. pseudosprettella* peut vivre aux dépens des graines de blé, d'orge et d'avoine, mais cela d'une façon tout à fait exceptionnelle car on n'a jamais signalé de dégâts importants sur ceux-ci.

Par contre, on a constaté sa présence en Champagne, et en Belgique dans les bouchons et plus particulièrement sur ceux humidifiés par des sirops, des eaux minérales et du vin.

Sous le nom d'*Oecophora pseudosprettella*, HOULBERT l'a indiqué comme un ennemi sérieux des reliures, et ADKIN l'a vu endommager des balles de poils de lapin et de lièvre.
J. S.

GIAVARINI (Dr IDA). — **Notice sur les abeilles et l'apiculture abyssénne.** (Notize sulla api e sull' apicoltura Abissina.) *Atti del V Congresso nazionale apicoltori italiani, 12 pp. Bologna, 1937.*

L'A. donne d'abord d'intéressantes indications sur la répartition des races africaines. Il signale notamment :

Apis mellifica unicolor Latr., variété presque entièrement noire, originaire de Madagascar, mais qu'on élève aussi au Congo belge et au Cap.

A. M. intermissa Bütt Rep., qui se différencie de la première par la présence de faisceaux de poils brun clair à la partie abdominale. Elle se rencontre à Malte, en Tunisie, en Algérie, à Tripoli et au Maroc. Mais elle est aussi répandue au Cameroun, à la colonie du Cap, au Natal et au Congo belge.

Partout, malgré sa tendance à essaimer, elle est considérée comme une excellente productrice de miel.

A. m. friesi But Rep. possède, comme les races précédentes, un abdomen noir, mais est caractérisée par un thorax gris. Elle a une aire de répartition et une importance économique moins grande. On la rencontre à Togo et Monbasa. D'après Rotter, elle vit aussi sur différents points de l'Afrique orientale, où elle aurait tendance à émigrer régulièrement pendant la saison sèche vers des régions à état hygrométrique plus élevé.

A. m. adansoni Latr., race caractéristique de la région éthiopienne, se sépare nettement des autres par ses trois premiers segments d'un gris rougeâtre bordé de noir et le thorax garni de poils fauves. Contrairement à ce qu'en dit Friese, elle ne se rencontre pas seulement sur un territoire compris entre le Natal et le Sénégal, mais aussi au Cap et en Mozambique. D'après l'A. et Rotter, ce serait la race la plus intéressante à élever en Afrique du Sud.

A. m. fasciata Latr. est une abeille dont la valeur raciale a été discutée par Alpatov. D'origine africaine, elle se rencontre au Soudan, dans le Sud de l'Arabie, mais aussi en Nubie et en Syrie. C'est une variété des plus actives, mais surtout précieuse dans les élevages de reines.

Faisant suite à cette énumération, l'A. fait remarquer incidemment qu'il n'y a pas lieu d'attribuer beaucoup d'importance aux hypothèses d'Alpatov voulant que les formes noires comme *A. m. unico lor, intermisa et friesi* vivent dans les forêts et *A. m. adansoni et fasciata*, bien plus claires, dans les steppes et les prairies.

Pour ce qui est des races les plus intéressantes, il y a lieu de retenir, dans la région éthiopienne, *A. m. fasciata*, répandue surtout en Somalie, et *adansoni*, très commune en Abyssinie.

L'A. passe ensuite rapidement en revue la pratique apicole dans ces différentes régions qui, partout, est inspirée des coutumes égyptiennes.

L'indigène pratique un prélèvement des rayons, au hasard, sauf dans certaines régions où la ruche est divisée en deux parties, et où le nid à couvain est toujours respecté. Le miel tamisé rapidement à travers une étoffe grossière est ainsi consommé ou sert à la confection d'un hydromel, le « tetsch » aromatisé au milieu de sa fermentation par l'adjonction de feuilles de *Rhamnus prinoïdes* ou d'écorces de *R. taddo*.

L'importance apicole réside aussi dans l'exportation de la cire qui est de l'ordre de 5.000 quintaux et qui est apportée du Soudan, de l'Érythrée et de la Somalie anglaise sur les marchés d'Addis Abeba, Gondar, Dire Dava et Gambela.

L'A. termine en soulignant l'intérêt que présentera l'apiculture rationnelle en Éthiopie.

J. S.

Quayle (H.-J.). — **Les insectes des citrus et autres fruits subtropicaux.** (Insects of citrus and other subtropical fruits.) *1 vol., 583 p., 377 fig., Comstock publishing Co. Ithaca N. Y. États-Unis 1938.* Prix : 5 $.

Cet ouvrage est un des plus complets parus jusqu'à ce jour sur les insectes nuisibles aux *citrus* et autres fruits subtropicaux cultivés dans les régions chaudes des États-Unis.

L'A., titulaire de la chaire d'entomologie à l'Université de Californie, a consacré au cours de sa carrière de très importants travaux aux insectes des Aurantiacées, tant en Californie que dans les autres régions citricoles du globe, et il a résumé dans un travail d'ensemble, fruit de sa longue expérience, l'essentiel de nos connaissances sur cette importante question.

L'ouvrage se divise en XVIII chapitres dont les IV premiers sont exclusivement consacrés à l'étude morphologique, au comportement, à la biologie des insectes et acariens des *citrus*. Dans ces chapitres, les cochenilles occupent évidemment une place prépondérante,

ainsi que tout ce qui a trait à leurs parasites naturels, la lutte biologique étant toujours très en honneur en Californie où elle a été appliquée à de multiples cas.

Les chapitres VI à XIV de l'ouvrage sont consacrés aux insectes de l'Avocatier, de la Vigne, du Noyer, de l'Amandier, du Pacanier, du Figuier, de l'Olivier, du Dattier, du Kaki, du Grenadier et du Cerisier; une clef dichotomique, en tête de chaque chapitre, permet d'identifier pour chaque plante, l'espèce nuisible qui est décrite ensuite dans le texte avec l'essentiel de sa biologie. Des notes bibliographiques, en bas de page, reportent aux travaux spéciaux.

Le XV[e] chapitre traite des parasites autres que les insectes, s'attaquant aux cultures subtropicales en Amérique, notamment des Rongeurs, des Nématodes et des Gastéropodes.

L'A. aborde ensuite l'étude des méthodes de lutte; le XVI[e] chapitre est exclusivement consacré à l'importante question des *fumigations cyanhydriques* des orangers pour lutter contre les cochenilles. L'utilisation de l'acide cyanhydrique liquide dans des générateurs d'un modèle récent, et d'un emploi courant dans toutes les orangeries du Nouveau Monde, retient spécialement l'attention.

Les *pulvérisations* et *poudrages*, décrit dans le XVII[e] chapitre, donnent d'intéressants détails sur l'effort considérable réalisé dans cette voie, aux États-Unis, au cours de ces dernières années. L'étude des huiles de pétrole raffinées pour lutter contre les cochenilles, les poudrages aux poudres de Nicotine, Roténone et Pyrèthre, principalement dirigés contre les Acariens, les Pucerons, les Thrips, sont spécialement étudiés par l'A., qui accompagne son texte de nombreux clichés originaux. Enfin, le XVIII[e] et dernier chapitre est consacré à la législation phytopathologique en vigueur dans les différents États de l'Union en vue d'éviter la propagation de nombreux parasites à travers le territoire américain.

Cet excellent ouvrage sera consulté avec fruit par tous les entomologistes intéressés de près ou de loin aux problèmes méditerranéens et aux cultures subtropicales.

A. B.

Chopard (L.). — **La Biologie des Orthoptères.** (1 vol., 541 p. + 453 fig. + 5 pl. P. Lechevalier, édit., Paris, 1933.) Prix : 250 francs (broché).

Ce livre est entièrement consacré à la biologie des Insectes composant l'ordre des Orthoptères (Blattes, Mantes, Grillons, Sauterelles), ainsi que des Dermaptères ou Forficules. Le terme de biologie est pris ici dans un sens très large, comprenant toutes les manifestations de l'activité de ces insectes, depuis la distribution géographique, les mœurs et les réactions aux facteurs externes à toutes les périodes de l'existence, jusqu'aux variations et aux transformations présentées par certaines espèces sous l'influence de la vie grégaire. L'A. a presque écarté les questions de systématique et de morphologie; de la première, il ne donne que ce qui est strictement nécessaire pour mettre le lecteur au courant des grandes lignes de la classification des insectes étudiés; quant à la morphologie, il n'y fait allusion que lorsqu'il est indispensable d'expliquer le fonctionnement de certains organes comme les organes stridulants ou ceux qui permettent la ponte. L'embryologie a été également laissée de côté, car cette question, vu son importance, exigerait à elle seule un volume entier.

Ainsi comprise, la biologie des Orthoptères réunit un ensemble de données extrêmement variées et montre chez ces insectes relativement inférieurs des traits de mœurs étrangers et dont la complexité surprend parfois. Bien peu de personnes supposent que le vulgaire Perce-oreilles montre un instinct maternel extrêmement rare chez les insectes; la femelle entoure ses œufs de soins si attentifs qu'on serait tenté de parler de tendresse; mais quelle surprise de voir qu'elle apporte la même attention à des petites boules de paraffine mélangées à sa progéniture. Ce contraste continuel entre des actes en apparence presque raisonnés et des réflexes d'un automatisme brutal se retrouve à chaque ligne de la vie des Orthoptères.

Le premier chapitre du volume est consacré à la distribution géographique tant actuelle que pendant les époques géologiques passées; l'A. insiste sur les conditions écologiques qui favorisent cette distribution et sur les moyens de dissémination des espèces. Ce chapitre très général conduit naturellement à l'étude des habitats spéciaux tels que les déserts

ou les grottes et à la recherche des modifications que peuvent présenter les espèces qui sont adaptées à ces conditions d'existence particulières. Dans le même ordre d'idées, un chapitre est réservé à l'étude des abris qui, outre les terriers, montrent les si curieux instincts de certaines sauterelles qui ont la faculté de sécréter une sorte de soie avec laquelle elles cousent positivement les feuilles au milieu desquelles elles trouvent un refuge.

La reproduction et le développement post-embryonnaire sont longuement traités dans toutes leurs modalités et on a insisté particulièrement sur les phénomènes de parthénogenèse et de viviparité fréquents dans ce groupe. Un autre chapitre est réservé à l'un des traits les plus caractéristiques de la vie des Orthoptères, la stridulation. Les curieux faits d'autotomie, la régénération, les réflexes et les réactions aux facteurs externes font l'objet des chapitres suivants, ainsi que le mimétisme dont les Orthoptères ont fourni les exemples peut-être les plus frappants.

Enfin, l'étude de la variation et, en particulier, le problème des phases chez les Acridiens migrateurs, sont présentés au lecteur au point de vue de leur importance biologique.

L'ensemble de ce volume constitue une documentation très au courant des travaux les plus récents, appuyée non seulement sur des recherches bibliographiques très soignées, mais aussi sur les travaux que l'A. poursuit depuis plus de vingt-cinq ans sur ce groupe d'Insectes. Une bibliographie abondante est annexée à chaque chapitre, de façon à permettre un facile recours aux textes originaux pour le lecteur qui désirerait des renseignements précis sur certaines questions. Il faut signaler enfin l'illustration abondante et particulièrement soignée de l'ouvrage, comprenant non seulement de nombreux dessins dans le texte, originaux pour la plupart, mais aussi de fort belles planches en phototypie reproduisant des photographies d'Orthoptères saisis sur le vif.

Ce livre sera certainement lu avec plaisir par toutes les personnes s'intéressant à l'histoire naturelle, mais il offre en même temps aux naturalistes de profession une excellente mise au point de questions en général assez mal connues et il montre combien l'étude des Insectes du groupe des Orthoptères présente encore de sujets de recherches intéressantes. A. B.

Dennis Chitty. — **Capture et transport vivant des Campagnols** (*Microtus agrestis*). [Live trapping and transport of voles in Great Britain.] *Journal of Mammalogy*, vol. 19, février 1938.

L'A. a construit un piège muni d'un « grenier à fourrage », dans lequel se réfugie la capture ; il le décrit en détail. Le pièce est à double entrée. On le tend sur les sentiers des Campagnols en appâtant extérieurement et intérieurement avec de l'avoine aplatie. Dans le grenier, on met du foin sec qui tient la capture au chaud, de l'herbe fraîche et de l'avoine aplatie qui servent de nourriture. La nourriture verte est indispensable au campagnol.

Avec cet appareil, les captures de Campagnols sont abondantes et la mortalité des individus pris ne dépasse pas 13 p. 100, même avec un séjour de 17 heures dans le grenier.

Le transport à distance s'effectue en mettant chaque animal séparément dans un récipient à couvercle perforé et rempli de foin sec. Dimensions : 18 cm. × 9 cm. × 8 cm. de profondeur. A. C.

Erna Mohr. — **Les Rongeurs de la Faune allemande.** (Die freilebenden Nagetiere Deutschlands.) 112 pages, 109 figures dans le texte. G. Fischer, Iéna, 1938.

Livre abondamment illustré, en grande partie de photographies. A côté d'une table de détermination et des principales caractéristiques — dentition notamment — qui permettent de différencier les espèces, l'A. donne de très intéressants détails sur la biologie et le comportement : reproduction, sommeil, nourriture, dégâts.

Renseignements qui seront de grande utilité aux personnes s'occupant des Rongeurs, soit pour les étudier, soit pour les combattre. A. C.

FORD (John), CHITTY (Helen) et MIDDLETON (A. D.). — **Le régime alimentaire de la Perdrix grise jeune en Grande-Bretagne.** (The Food of Partridge Chicks (Perdrix perdix) in Great Britain.) *Journal of Animal Ecology*, vol. 7, n° 2, p. 251-265, novembre 1938.

L'examen a porté sur 69 gésiers de jeunes Perdrix grises, reçus de différents points de Grande-Bretagne, entre 1934 et 1937. Les oiseaux avaient, pour la plupart, été tués par des faucheuses dans des fourrages verts. Les sujets ont été rangés par les AA. en trois groupes d'âge croissant, en se basant sur leurs poids : 0 à 7 jours, 8 à 14 jours, 15 à 21 jours, plus de 21 jours.

Nourriture animale. — 143 espèces d'Insectes ont pu être déterminées et le nombre total, avec les espèces non identifiables, approche de 200.

Les insectes les plus fréquemment capturés sont les Charançons du Trèfle, des Chenilles, *Sminthurus viridis*, des Pucerons et des Fourmis. Les conditions locales influent, c'est ainsi que, dans le même gésier, on a trouvé jusqu'à 135 adultes de *Phyllobius viridiaeris*.

Nourriture végétale. — Une seule plante est commune aux quatre groupes : *Poa pratensis*. Elle paraît jouer un rôle important dans la nourriture des jeunes Perdrix grises. Au-dessus de leur troisième semaine, d'âge, les Perdrix peuvent quitter leurs fourrages natals et gagner d'autres champs. A ce moment, le Blé et l'Orge (non mûr) forment une grande partie du volume total de leur nourriture.

Constatation très importante : le pourcentage de la nourriture végétale croît progressivement et rapidement avec l'âge des oiseaux, si bien que la jeune Perdrix grise, après avoir été presque exclusivement insectivore, devient, vers la fin de son premier mois essentiellement herbivore. A partir de ce moment, l'Insecte ne lui offre qu'un aliment plus que secondaire. Aussi, pendant la première semaine qui suit la naissance, 95,3 p. 100 de la nourriture est d'origine animale ; après le 21e jour, 96,7 p. 100 de la nourriture est d'origine végétale.

Ces divers faits sont tout à fait intéressants pour les études sur la possibilité d'une intervention pratique de la Perdrix grise dans la lutte contre certains insectes, notamment contre le Doryphore, et pour celles en cours sur les dangers pour les Perdrix des traitements arsenicaux antidoryphoriques. A. C.

MIDDLETON (A. D.) et CHITTY (Helen). — **La nourriture de la Perdrix grise et de la Perdrix rouge adultes en Angleterre.** (The food of adult Partridges, *Perdix perdix* and *Alectoris rufa*, in Great Britain.) *Journal of animal Ecology*, vol. 6, n° 2, novembre 1937.

La plupart des pièces ont été récoltées pendant la saison de chasse (1er septembre-31 janvier) : 429 Perdrix grises, 29 rouges. Seuls, les estomacs ont été examinés, le gésier fournissant des débris trop petits.

Perdrix grise. — De septembre à mai, 398 sujets. La presque totalité de la nourriture est végétale. En septembre et octobre, céréales et graines dominent. A partir de décembre, ce sont les parties vertes de végétaux. Nourriture animale : 0,2 p. 100. Juin, juillet, août, la nourriture animale (Insectes) augmente et atteint 11,8 p. 100. De ces Insectes, 77 p. 100 des Fourmis, adultes et nymphes.

Une petite partie de la nourriture végétale de la Perdrix grise est fournie par des plantes cultivées, Chou, Chou de Bruxelles, Betterave. Les A. A. n'ont pas rencontré de pomme de terre.

Pas de différence entre vieilles Perdrix et jeunes Perdrix de l'année ; examen de sujets tués en septembre :

Vieilles Perdrix, 62 estomacs : Nourriture végétale, 98, 7 p. 100. — Nourriture animale, 1,2 p. 100.

Jeunes de l'année, 82 estomacs : Nourriture végétale, 99,74 p. 100. — Nourriture animale, 0,2 p. 100.

Perdrix rouge. — Les 29 estomacs ont été prélevés en septembre-octobre-novembre. Pas de différence essentielle avec la Perdrix grise. Nourriture animale : 6,9 p. 100.

A. C.

Frase (Richard). — **Résultats des baguages d'Étourneaux dans la Grenzmark.** (Ergebnisse der Beringung grenzmärkischer Stare.) *Abhandlungen der Naturwiss. Abt. der Grenzmärkischen Ges. zur Erforschung u. Pflege der Heimat.* XII Jahrg., 1938, p. 5-36.

De 1930 à 1937, 8.010 Étourneaux ont été bagués avec 135 reprises. La France est un des principaux lieux d'hivernage des Étourneaux de Prusse occidentale : 23 reprises, allant d'octobre à février.

Sur ces 23 sujets, 18 ont été tués et 5 trouvés morts. L'A. insiste sur ce qu'en France (et en Belgique) on tue ou capture beaucoup d'Étourneaux. En Allemagne, les chiffres sont : reprises 60, trouvés morts 53, tués 7.

Le dernier paragraphe du travail est intitulé : « Utilité et nuisibilité, protégeons l'Étourneau ». L'Étourneau, au printemps, détruit les chenilles de *Plusia gamma* dans les cultures de petits pois, les Tordeuses du Chêne (*Tortrix viridana*), de nombreux insectes dans les forêts de résineux et rend de grands services sur les prairies. En conclusion : dans la région considérée, l'Étourneau est un des oiseaux les plus utiles. Il faut le protéger et l'entretenir. A. C.

Delafosse (W.). — **Les Corbeaux de Lorraine.** *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de la Moselle,* 1938.

Depuis 1929, M. D. et M. Guyot, inspecteurs des Eaux et Forêts, à Metz, collaborent aux baguages de Freux de la Station ornithologique de Versailles. L'A. résume l'histoire et le développement des corbeautières en Moselle. On en trouvait dès avant 1867. Il y en avait au moins 18 en 1937 et leur nombre est en augmentation constante.

Cette progression, précise l'A., est conséquence directe de la « destruction » au fusil qui va tout à l'encontre du but cherché. Son résultat immédiat est de disperser les couples nicheurs et de multiplier les corbeautières et les Freux.

Ce travail est un excellent exposé-propagande de la question des corbeautières et des Freux, nicheurs ou de migration. A. C.

IX^e Congrès ornithologique international, Rouen, mai 1938.

Le compte-rendu de ce Congrès paraît moins d'un an après la tenue des séances, ce qui mérite d'être signalé à l'actif du secrétaire général, M. Jean Delacour, et du secrétaire-trésorier, M. Robert Régnier, directeur de la Station de zoologie agricole du Nord-Ouest.

Plusieurs travaux, parmi ceux présentés au Congrès, renferment quelques parties au moins qui intéressent la zoologie agricole.

M. Robert Blockey a conservé et nourri en Angleterre des jeunes *Cigognes blanches* envoyées de Prusse orientale en vue d'essais de déroutement. Du 25 juin au 12 août, en 7 semaines, 19 des Cigognes ont consommé 220 lapins et 400 kilogrammes de poisson : que l'on transforme cet énorme besoin de nourriture en insectes, grenouilles, lézards !

Le régime alimentaire de cinq autres Ciconiiformes a fait l'objet des recherches du Dr. Miklos Vasvari, de Budapest. Il a examiné au total 439 gésiers ; ses conclusions sont les suivantes : *Héron pourpré*, le poisson vient en tête (52,2 p. 100 des estomacs). Micromammifères et Batraciens réunis donnent 46,8 p. 100. La capture des petits Rongeurs est courante chez cette espèce qui, comme le Héron cendré, fréquente les prairies et les champs. Oiseaux, représentés par des plumes, 3 p. 100 seulement. Parmi les Insectes, des espèces terrestres (52 p. 100) ou aquatiques (44 p. 100), ces dernières avec dominance de gros Coléoptères. — *Bihoreau.* Presqu'autant de Batraciens que de Poissons. Une seule fois, plumes d'Oiseau. Grande quantité d'Insectes. — *Crabier.* Poissons (31,4 p. 100) et Batraciens sont presqu'à égalité (26,8 p. 100). Pas d'Oiseaux. Insectes : surtout larves de gros Coléoptères aquatiques (60 p. 100) et Nautonectes (73 p. 100). — *Blongios.* Les Vertébrés sont presque tous des poissons, mais les trois quarts des sujets examinés n'en contiennent pas. Le reste, Insectes, presque tous aquatiques. — *Butor.* Dominante de Batraciens (41 p. 100). Ensuite, Poissons (19,6 p. 100), petits Mammifères (17,6 p. 100), Tritons (15,6 p. 100). Lézards et Oiseaux, tous deux 5,8 p. 100. Le reste, Insectes.

Signalons : Les recherches italiennes par baguage sur les migrations de la Caille et de

la Grive musicienne (Prince Chigi DELLA ROVERE) et de l'Étourneau (Prof. A. TOSCHI). — Répartition et écologie de la Cigogne en Pologne (Comte K. WODZICKI). — Les tentatives pour introduire de nouvelles espèces d'Oiseaux, causes d'insuccès, conditions de réussite (Dr. SCHÜZ). — Recherches sur la densité et les migrations de l'Étourneau en Amérique. Introduit vers 1890-1891, il se montre envahissant, agressif et omnivore. — Action du bleu de méthylène et de quelques dérivés triophéniques dans le parasitisme gastro-intestinal des Oiseaux; les variations de température au cours de diverses affections chez l'Oiseau; la phosphatémie au cours des maladies aviaires (R. SALGUES). — Les aspergilloses aviaires et leur traitement (Prof. A. URBAN et G. GUILLOT). A. C.

PUTZIG (P.). — **Les déplacements du Geai, à la lumière des derniers résultats acquis.** (Die Wanderungen des Eichelhähers im Lichte neuerer Ergebnisse.) *Schriften der Phys.-öken. Gesellschaft zu Königsberg.* LXX Bd. Heft 2, 1938.

Étude sur les « invasions » de Geai. Une très forte invasion a eu lieu en 1936; quelques chiffres : 9.000 en 4 jours; 2.900, de 9 heures à 15 heures; 8.000 en 3 heures; maximum le 16 septembre, environ 15.000. — Autopsies faites à Rossitten : à côté de la nourriture habituelle, grand nombre de larves de *Lophyrus pini* (invasion calamiteuse à cette époque). *Sorbus aucuparia*, parfois en grande quantité. En 1937, à Sorquitten (Prusse Orientale), les Geais, faute de glands, se sont attaqués aux pommes de terre.

Il paraît y avoir liaison non douteuse entre « invasion » et nourriture. Non pas manque de nourriture poussant les Oiseaux à la recherche de conditions meilleures, mais, au contraire, surabondance de nourriture ayant pour conséquence reproduction très forte et surpopulation contraignant au décongestionnement. A. C.

DÉFENSE DES CULTURES.

GRACE (N. H.). — **Effet des phytohormones sur les semences altérées par le formol ou d'autres désinfectants.** (Effect of phytohormones on seeds damaged by formaldehyde and other disinfectants.) *Canadian J. of Res.*, t. 16, n° 8, p. 313-329, 1938.

Les traitements formolés des graines de céréales diminuent la croissance des racines et de la tige chez la jeune plante. Si on ajoute des phytohormones aux solutions désinfectantes, cette diminution ne se produit plus. Il semble que le désinfectant altère certaines enzymes qui donneraient naissance aux auxines, tout en restant sans action sur celles-ci.

L'application à la pratique de ces résultats obtenus au laboratoire présenterait un grand intérêt. On supprimerait le principal inconvénient du formol en y ajoutant d'avance une auxine; la marge de sécurité dans les traitements contre la Carie serait augmentée. Les traitements à l'eau chaude contre le Charbon nu seraient également facilités.

Ces essais ont été faits avec les acides naphtylacétiques et indolylacétiques, employés à des concentrations moyennes de 1 mg. par litre. M. RAU.

TURNER (N.). — **Traitements insecticides contre** *Pyrausta nubilalis.* (Insecticides to control the european corn borer.) *Connecticut Agr. Exp. St., Circ. 118*, 4 p., 1937.

Les produits suivants sont efficaces : poudre de derris à 4 p. 100 de roténone, phénothiazine, tannate de nicotine. On les délaye dans l'eau à raison de 400 grammes par hectolitre, en ajoutant 50 à 60 grammes d'un mouillant spécial. Le tannate de nicotine peut s'employer aussi en poudrage : on fait absorber le liquide par de la bentonite ou du kaolin, de manière à obtenir une concentration de 4 p. 100 en nicotine. M. RAU.

Borden (A. D.). — **Traitements des arbres fruitiers à feuilles caduques par les émulsions d'huile préparées mécaniquement.** (Oil spray for deciduous fruit trees by the tank mixture method.) *Univ. of California, Agr. Exp. St. Berkeley*, Circ. 345, 15 p., 1938.

Contre le Pou de San José, les autres Cochenilles et les œufs d'*Archips argyrospila*, les traitements aux huiles sont supérieurs en Californie à la bouillie sulfo-calcique. On trouve dans le commerce, soit des émulsions en pâte contenant 80-85 p. 100 d'huile, soit des huiles solubles, riches à 94-96 p. 100. La quantité d'huile déposée sur les plantes par un traitement dépend d'abord de la concentration de l'émulsion, mais aussi de la nature et de l'abondance de l'émulsif.

A la suite d'essais poursuivis depuis 1930, on a montré que la technique la plus économique consiste à utiliser de l'huile sans addition d'émulsif et à la disperser dans l'eau au moyen d'une agitation appropriée. Ce procédé admet le mélange avec la bouillie bordelaise, la bouillie sulfo-calcique et la soude caustique. Le pulvérisateur est porté sur un châssis d'automobile 8 chevaux; le réservoir est de 400 à 1.800 litres. L'agitation, qui exige un moteur d'un demi-cheval, est assurée par une hélice à deux pales tournant à 200 tours par minute; avec certaines hélices, il suffit d'un moteur de 1/5e de cheval. Si on veut utiliser un émulsif, le meilleur est le mélange de 3 parties de terre d'infusoires avec une partie d'albumine du sang; on ne doit pas en utiliser plus de 25 grammes par hectolitre.

Les différentes émulsions sont ainsi caractérisées : En traitement d'hiver, huile de sulfonation voisine de 70, de viscosité Saybolt 100-120 secondes à 38°; concentrations de 2 à 5 p. 100. En traitement d'été, huile de sulfonation supérieure à 90, de viscosité Saybolt 60-70 secondes à 38°; concentrations de 0,75 à 1,5 p. 100. M. Rau.

Keitt (G. W.) et Palmiter (D. H.). — **Possibilités des traitements fongicides d'extinction contre la tavelure du pommier et quelques autres maladies des plantes.** (Potentialities of eradicant fungicides for combatting apple scab and some other plant diseases.) *J. of Agric. Res.*, t. 55, n° 6, p. 397-437, 1937.

Après avoir étudié l'efficacité de la lutte phytopathologique au moyen de pulvérisations protectrices, les auteurs soulignent la nécessité de mesures de protection complémentaires basées sur l'attaque directe des éléments pathogènes, de manière à réduire de façon considérable leur pourcentage de survie. Dans le cas de la Tavelure (*Venturia inaequalis*), ils ont examiné successivement : les produits chimiques utilisables à cet effet, l'influence d'un traitement d'extinction sur l'épidémiologie et la thérapeutique de la maladie, la possibilité d'application pratique des résultats obtenus.

En essais de laboratoire, de nombreux produits pulvérisés après la récolte se sont montrés très actifs, empêchant souvent complètement la projection des ascospores; il faut noter en particulier les bouillies bordelaises arsenicales (surtout avec les arsenites de calcium et de zinc). Certaines formules causant des brûlures graves, de nouvelles études sont nécessaires pour déterminer les traitements les plus actifs et les plus sûrs. Une pulvérisation printanière de sulfate d'ammoniaque tue également les ascospores de *Venturia*.

Après un traitement d'automne à la bouillie bordelaise arsenicale sans traitement de printemps, le développement de la Tavelure est fortement retardé et moins intense que chez les témoins. Ce fait a été confirmé par des essais en verger.

Voici plusieurs autres cas où la même technique a été essayée : suppression des ascospores et des conidies par des traitements d'hiver sur poiriers, cerisiers, pêchers, ronces; action très active contre le *Corticium* des figues; désinfection des sols de serre; poudrage cupro-arsenical contre la Carie du blé (supérieur au traitement habituel par le carbonate de cuivre ou le phosphate d'éthyl-mercure).

Cette étude montre en outre : que les bouillies bordelaises arsenicales peuvent varier beaucoup d'efficacité suivant la nature du produit arsenical, la nature des adjuvants, la proportion des constituants; — qu'après de tels traitements, il se produit des matières solubles capables de diffuser et d'exercer l'action fongicide à des distances considérables des dépôts insolubles; — que des bouillies de composition appropriée sont très actives

contre les champignons pathogènes à l'intérieur des tissus envahis; — que beaucoup de champignons parasites des plantes sont atteints par des traitements superficiels d'extinction. M. Rau.

Parker (E. R.). — **Effet des applications de zinc sur le rendement en pamplemousses des arbres atteints de chlorose.** (Effect of zinc applications on the crop of grape-fruit trees affected with mottle-leaf.) *Hilgardia*, t. II, n° 2, p. 35-53, 1937.

A la suite d'un traitement par une bouillie au zinc au début de la floraison, la panachure des feuilles diminue, le rendement et la grosseur des fruits augmentent, ainsi que leur qualité. En quelques semaines, le feuillage est redevenu normal. Le résultat du traitement est d'autant plus net que les arbres sont plus atteints.

Le sulfate de zinc paraît être un remède spécifique du « mottle-leaf ». La formule recommandée est la suivante : Pour un hectolitre de bouillie, 1 kilogramme de sulfate de zinc hydraté, 500 grammes de chaux éteinte, 25 grammes d'albumine du sang.

M. Rau.

Palmiter (D. H.) et Keitt (G. W.). — **La toxicité des bouillies bordelaises arsenicales envers certains champignons parasites des plantes, cultivés sur gélose au malt.** (The toxicity of copper-lime-arsenic mixture to certain phytopathologenic fungi grown on malt agar plates.) *J. of Agric. Res.*, t. 55, n° 6, p. 439-451, 1937.

La toxicité des bouillies bordelaises arsenicales, étudiée au laboratoire sur les spores de *Venturia*, *Cladosporium*, *Sclerotinia*, etc., varie largement suivant leur composition. En l'absence d'arsenic, l'activité est toujours moindre. La toxicité des arsenicaux varie beaucoup : le plus actif, l'arsénite monocalcique, l'est 3 à 10 fois plus que le sulfate de cuivre; viennent ensuite l'arsénite tricalcique, l'acéto-arsénite et l'arsénite de cuivre, les arsénites de fer et de zinc, l'arséniate bicalcique et l'arséniate tricalcique. La toxicité d'une bonne bouillie cupro-arsenicale est supérieure à la somme des toxicités de ses différents constituants. Il y a parfois autant de différences de sensibilité entre les conidies d'une même espèce que d'une espèce à l'autre. M. Rau.

Sievers (A. F.), Russell (G. A.), Lowmann (M. S.), Fowler (E. D.), Erlanson (E. C.) et Little (V. A.). — **Étude sur l'utilisation de *Tephrosia virginiana* et d'autres *Tephrosia* des États-Unis, pour la production d'insecticides.** (Studies on the possibilities of Devil's shoestring (*T. virginiana*) and other native species of *Tephrosia* as commercial sources of insecticides.) *U. S. Dep. of Agr., Tech. Bull.*, n° 595, 40 p., 1938.

Parmi les plantes à roténone, seul le genre *Tephrosia* existe dans les régions tempérées (États-Unis). De nombreux essais ont été réalisés sur différentes espèces spontanées de ce genre : essai biologique de l'extrait acétonique sur des Mouches, recherche qualitative de la roténone (test de Durham, qui permet d'évaluer approximativement la richesse en roténone). Dans une étude générale sur des *Tephrosia* récoltées dans la plus grande partie des États-Unis, on a vu que 3 espèces sur 12 sont particulièrement riches en produit insecticide; ce sont *T. chrysophylla* et *T. latidens* qui poussent dans le S.-E. du pays, *T. virginiana* qu'on trouve jusqu'à la frontière canadienne. Il n'y a jamais que les racines qui soient toxiques, et spécialement le bois des racines; dans une plante donnée, leur grosseur n'influe pas sur l'activité.

T. virginiana peut se multiplier par graines, ou mieux par bouture de racines; les graines sont rares et germent mal. Plusieurs facteurs agissent sur la teneur en roténone. Le sol : les plantes des sols sableux sont les plus toxiques; le climat : les plantes de la région Nord sont presque inactives; des caractères génétiques : dans un même champ, on trouve des *Tephrosia* sans roténone et d'autres très riches. Dans la multiplication par racines, l'activité se maintient en général. Les plantes les plus riches, analysées séparément ont donné plus de 3 p. 100 de roténone; pendant les trois premières années de leur végétation, la teneur ne varie pas. Les racines gardées au sec pendant deux ans

conservent leur toxicité. Des essais de culture de *T. virginiana* se poursuivent sur plusieurs hectares. M. Rau.

Haug (G. W.) et Peterson (A.). — **Effet des insecticides sur un Coccinellide utile, *Hippodamia convergens* Guer.** (The effect of insecticides on a beneficial Coccinellid, *H. Convergens.*) *J. of. ec. Entom.*, t. 31, n° 1, p. 87-92, 1938.

Au laboratoire, la poudre de derris et la phénothiazine sont très toxiques sur tous les stades de l'insecte. La mortalité causée par la phénothiazine atteint 95 p. 100 des larves, des insectes parfaits et des œufs. La nicotine et les arsenicaux sont beaucoup moins actifs. Les adultes sont en général plus sensibles que les larves et les œufs.

M. Rau.

Chevalier (G.) et Laffond (P.). — **Contribution à l'étude des poudres roténonées.** *Rev. de Viti.*, t. 45, n° 2318, p. 531-535, 1938.

Des analyses faites sur de nombreux produits roténonés du commerce ont indiqué des teneurs en roténone variant de 0,02 p. 100 à 1,2 p. 100, et des teneurs en extrait acétonique total de 0,3 à 7 p. 100. Les essais sur l'Altise de la vigne et un autre Coléoptère ont montré que les insectes parfaits étaient tués par les produits titrant de 0,25 à 0,50 p. 100 de roténone. La roténone est moins active employée pure qu'en présence des résines du derris. D'une façon générale, les poudres roténonées tuent moins vite que le pyrèthre et la nicotine, mais les insectes atteints cessent de manger et ne causent plus de dégâts avant de mourir.

Les AA. estiment qu'un essai biologique est nécessaire pour contrôler les résultats des dosages chimiques. M. Rau.

Singh (B. N.) et Das (K.). — **Efficacité des pulvérisations d'engrais contre les mauvaises herbes dans les terres cultivées.** (Effectiveness of spraying with fertilizers for control of weed on arable land.) *J. of Amer. Soc. of Agron.*, t. 30, n° 6, p. 465-474, 1938.

On a fait de nombreux essais de destruction des mauvaises herbes dans les cultures de blé, en pulvérisant des solutions ou des suspensions d'engrais minéraux : sulfate d'ammoniaque, nitrate de soude, sulfate de potasse, superphosphate. Les résultats ont été étudiés par une méthode statistique. Les destructions varient de 33 à 73 p. 100 pour *Chenopodium album* et de 42 à 76 p. 100 pour *Anagallis arvensis*. L'augmentation des rendements en grains est également significative, pour des doses de 225 kilogrammes à l'hectare. L'action la meilleure à tous points de vue est donnée par un mélange de sulfate d'ammoniaque, sulfate de potasse et superphosphate. M. Rau.

Cashmore (A. B.) et Carn (K. G.). — **Essais d'herbicides contre *Chondrilla juncea* L.** (Skeleton weed, *Ch. juncea;* Experiments with weed killers.) *J. of the Council for Sc. and Ind. Res.*, t. 11, n° 1, p. 21-29, 1938.

Cette plante, originaire de l'Est de l'Europe, a envahi l'Australie et notamment la Nouvelle-Galle du Sud. Parmi de nombreuses formules de traitements chimiques essayées, celles qui utilisent le chlorate de sodium ou le chlorure de sodium ont seules donné des résultats durables. On ne peut d'ailleurs les employer économiquement que dans les débuts d'invasion. Il faut 200 kilogrammes de chlorate et 5 tonnes de chlorure de sodium à l'hectare. Il semble que l'activité de ces substances résulte d'une stérilisation générale du sol et non d'une action toxique directe. La destruction de la mauvaise herbe par l'acide sulfurique, dans les cultures de céréale, ne donne pas de bons résultats. D'une façon générale, les traitements inoffensifs pour les cultures sont sans action sur l'herbe.

M. Rau.

Imprimerie Nationale. — J. 100016-39.

LES PORTE-GREFFES EN VITICULTURE

PAR

J. Branas,
Professeur de Viticulture,
Directeur de la Station
de Recherches viticoles.

G. Bernon,
Chef des travaux
de Viticulture.

L. Levadoux,
Préparateur à la Station
de Recherches viticoles.

de l'École Nationale d'Agriculture de Montpellier.

SOMMAIRE.

Pages.

I. — Généralités 462

II. — Les porte-greffes 464

A. — Relations du porte-greffe avec le milieu 465

B. — Relations du porte-greffe avec le greffon 481

C. — Rôle cultural du porte-greffe 499

III. Production des porte-greffes 509

A. — Origine des porte-greffes 509

B. — Création des vignes-mères 510

C. — Entretien des peuplements de pieds-mères 511

D. — Distribution des bois 514

E. — Pépinières 515

IV. Expérimentation des porte-greffes 517

A. — Signification des résultats 518

B. — Résumé des résultats acquis 525

C. — Conclusion 534

V. — Conclusions générales 534

Généralités.

L'invasion du vignoble français par le phylloxéra fut une épreuve redoutable pour la culture de la vigne et ceux qui en vivaient.

Si l'on a la certitude que les forces morales et l'ingéniosité des vignerons permirent de trouver des solutions heureuses au problème posé par le désastre, le recul que procure le long délai qui s'est écoulé depuis l'invasion phylloxérique, permet de mieux concevoir le caractère extraordinaire de la tâche accomplie, l'étendue des connaissances qu'il a fallu acquérir, la précision et la complexité des techniques qui durent être créées. Toutes les solutions ont été essayées: elles ont subsisté partout où elles pouvaient se maintenir, et il ne semble pas qu'aucun aspect de ce problème, un des plus considérables qui aient jamais été posés en agriculture, ait échappé aux techniciens français. L'École nationale d'Agriculture de Montpellier s'enorgueillit d'avoir contribué, avec toutes ses possibilités, à reconstituer un nouveau vignoble prospère sur les ruines de l'ancien.

La culture des cépages européens non greffés est possible dans certains milieux dans lesquels le phylloxéra ne vit pas. Il en est ainsi dans les sols sablonneux dont la structure s'oppose aux déplacements du *Phylloxera vastatrix* (Planch.). Des vignobles prospères ont ainsi été établis sur les dunes des littoraux marins.

Mais de tels sols sont rares, et la culture des vignes européennes non greffées n'est possible dans les terres compactes qu'à la condition de détruire préalablement et annuellement tous les insectes. Les insecticides, dont l'action est incomplète, sont aujourd'hui abandonnés partout; la submersion permet, par contre, d'asphyxier les radicicoles dans les sols compacts aisément irrigables par des quantités très importantes d'eau. Ce sont là encore des circonstances rares, et cette solution donnée au problème n'a pu être généralisée davantage que la précédente.

L'obtention et la culture d'hybrides producteurs-directs tendent à établir dans le vignoble des cépages présentant à la fois une certaine résistance au phylloxéra, et des possibilités de production analogues à celles des cépages français. Le résultat cherché n'a pas été obtenu complètement, et la résistance des hybrides producteurs-directs actuels au phylloxéra n'est pas suffisante dans tous les sols et sous toutes les latitudes. Toutes les ressources de la technique n'ont pas encore été épuisées ici, et il est probable que des gains substantiels sont encore possibles. D'ailleurs, les produits de ces vignes diffèrent encore trop sensiblement de la qualité des vins traditionnels de notre pays pour que leur culture se généralise.

Le greffage des cépages français sur les vignes américaines résistantes au phylloxera a apporté au problème la solution la plus heureuse, celle qui permettait de maintenir intact le patrimoine vinicole français, dont il n'existe pas d'équivalent au monde.

Cette solution s'est généralisée, et les vignes greffées sont donc l'immense majorité; le greffage sur vignes américaines a cependant été l'origine et parfois la cause directe de faits culturaux et pathologiques de la plus haute importance.

Il a conduit à la substitution d'un nouveau vignoble au vignoble ancien, substitution qui s'est effectuée en quelques lustres. De si rapides et si totaux changements, ne sont jamais heureux en agriculture, parce que les décisions les moins raisonnables y prennent une importance excessive : de profondes modifications dans l'encépagement, l'espace-

ment, les pratiques culturales (provignage), sont aujourd'hui perceptibles. Le moins qu'on puisse dire, est que le changement nécessaire a rendu possible et hâté une évolution à laquelle une durée d'un siècle n'eût probablement pas suffi.

A d'autres titres, la reconstitution sur vignes américaines eut de graves conséquences : avec elles, sont venus d'Amérique des parasites redoutables : *Plasmopara viticola* (B. et C.) Berlese et De Toni ; *Guignardia Bidwellii* (Ellis) Viala et Ravaz. La liste pourrait en être close depuis longtemps, mais un nouveau chapitre des suites de l'invasion phylloxérique doit être ouvert : le phylloxéra des racines paraît avoir en effet la possibilité de transmettre le virus du court-noué. Les répercussions de l'invasion phylloxérique sont donc multiples, et tout porte à croire que le vignoble français et, d'une manière plus générale, le vignoble européen, n'en ont pas encore connu tous les aspects.

BIBLIOGRAPHIE.

I. — Relations générales.

1. Foëx (G.). — Histoire de la crise phylloxérique en France. (*Cong. Int. de Vit.*, Paris, 1900, p. 1-55.)
2. Gervais (P.). — La reconstitution au vignoble. (*Cong. Int. de Vit.*, Paris 1900.)
3. Arnaud (G. et M.). — Traité de pathologie végétale. (T.I, vol. I, Paris, Lechevalier, 1931, p. 108-130.)
4. Branas (J.), Bernon (G.) et Levadoux (L.). — La génétique en viticulture. (*C. R. V^e Congr. Int. de la Vigne et du Vin*, Lisbonne, 1938, t. I, p. 174-205.)

II. — Études particulières.

5. Villa (P.). — La reconstitution en Charente. (*C. R. Congr. Vit. de Montpellier*, Montpellier, 1911, p. 250-258.)
6. Godard (F.). — Les porte-greffes et les producteurs directs en Algérie. (*C. R. Cong. Vit. de Montpellier*, Montpellier, 1911, p. 225-238.)
7. Philipponat (G.). — La reconstitution en Champagne. (*Rev. de Vit.*, 1919-1, p. 97, 113.)
8. Castella (F.). — Twenty years of reconstitution. (*Journ. Dept. Agric.*, XVIII, p. 481-492, et *Bot. Abstr.*, XII, n° 1.856 [Australie].)
9. Burnat (J.) et Meyer (H.). — Résultats de seize années d'observations dans les champs d'expériences de porte-greffes et de producteurs directs. (*Rev. de Vit.*, 1923-1, 1923-2, 1925-2 et 1926-1.)
10. Racah (V.). — La ricostituzione viticola nel Chianti e nelle altre regioni dei vini tipici toscani. (*Italia Agricola*, 1925.)
11. Bender (E.). — Le cinquantenaire de la reconstitution du vignoble beaujolais. (*Rev. de Vit.*, 1930-2, p. 6 et 21.)
12. Lafon (R.), Vidal (J.-L.) et Nayrac (M.). — Cinquantenaire de la reconstitution du vignoble charentais. (*Rev. de Vit.*, 1930-2, p. 41, 61, 81.)
13. Gerbeaut (A.), Constant (G.) et Latour (L.-N.). — La reconstitution du vignoble en Côte-d'Or (1880-1930). [*Rev. de Vit.*, 1930-2, p. 157, 173, 193, 209, 225, 241, 257.]
14. Chappaz (G.) et Bonnet (P.). — L'invasion phylloxérique et la reconstitution du vignoble de Champagne. (*Rev. de Vit.*, 1930-2, p. 401 et 417.)
15. Vincens (J.). — La reconstitution du vignoble de la Haute-Garonne. (*Rev. de Vit.*, 1931-1, p. 101.)
16. Bord (G.). — Cinquantenaire de la reconstitution ; région des grands vins blancs de Bordeaux. (*Rev. de Vit.*, 1931-1, p. 149, 165 et 197.)

17. Villepigue (R.). — La reconstitution dans le Saint-Émilionais. (*Rev. de Vit.*, 1931-1, p. 213.)

18. Moreau (L.) et Vinet (E.). — Cinquante ans après le phylloxera en Anjou. (*Rev. de Vit.*, 1931-2, p. 120 et 146.)

19. Saliba (F.). — La Viticulture algérienne (1830-1930). [*Rev. de Vit.*, 1931-2, p. 229, 245, 261 et 293.]

20. Verdié (H.). — La reconstitution du vignoble en Armagnac. (*Rev. de Vit.*, 1931-2, p. 309.)

21. Leroy (Baron P.). — Châteauneuf-du-Pape depuis le phylloxera jusqu'à nos jours. (*Rev. de Vit.*, 1932-1, p. 261 et 277.)

22. Vavasseur (Ch.). — Le vignoble de Touraine de 1800 à 1932. (*Rev. de Vit.*, 1932-1, p. 261 et 277.)

23. Zacharewicz (Éd.). — Cinquantenaire de la reconstitution en Vaucluse. (*Rev. de Vit.*, 1932-2, p. 277, 293 et 309.)

24. Husman (G.-C.). — Cinquante ans après la grande crise phylloxérique aux États-Unis. (*Rev. de Vit.*, 1932-2, p. 373, 391 et 405.)

25. Paulsen (F.). — Histoire de l'invasion phylloxérique et de la reconstitution en Italie. (*Rev. de Vit.*, 1933-1, p. 5, 37, 53, 69, 88, 121 et 133.)

26. Salomon (R.). — Cinquante ans après la reconstitution du vignoble de Seine-et-Marne. (*Rev. de Vit.*, 1933-1, p. 347.)

27. Teleki (A.). — La reconstitution du vignoble en Europe centrale. (*Rev. de Vit.*, 1933-2, p. 405 et 419.)

28. Tairoff (B.). — Le phylloxera et la reconstitution en U. R. S. S. (*Rev. de Vit.*, 1934-1.)

29. Paulsen (F.). — Storia della Ricostituzione antifillosserica in Italia. (*Ann. tecn. Agraria*, 1934.)

30. Rousseaux (E.). — L'invasion phylloxérique et la reconstitution dans l'Yonne. (*Rev. de Vit.*, 1936-2, p. 109, 129, 169, 189 et 209.)

Nota. *Voir aussi de 276 à 301.*

Les porte-greffes.

Le porte-greffe est un élément relativement nouveau et complexe de la culture de la vigne. C'est un fait évident que les techniques viticoles, même les plus louables, ne pénètrent jusqu'à la pratique qu'avec une lenteur dont il y a parfois lieu de se plaindre, mais dont il faut assez souvent se féliciter. La pratique, et même cette forme plus relevée de la connaissance qu'est la technique, n'ont retenu et n'appliquent que les procédés généralement les plus éprouvés. Les interprétations qui résistent à la contradiction éventuelle des faits pendant une longue période, ont, d'autre part, bien des chances d'approcher la vérité. Ce chapitre de notre travail n'a donc pour but que de résumer ces connaissances.

Nous y envisageons le porte-greffe dans ses relations avec *le milieu*, avec *le greffon* qu'il porte, et, finalement, avec *le vigneron* qui l'emploie [1].

[1] Il n'entre pas dans notre intention de développer complètement les questions si nombreuses et si variées qui se rapportent au greffage de la vigne. Certaines de ces questions ne sont donc évoquées ici que d'un point de vue spécial et limité.

A. Relations du porte-greffe avec le milieu.

L'étude des porte-greffes tend à définir leur *adaptation*, qui est la vigueur qu'ils offrent, le potentiel qu'ils comportent dans un milieu donné. Elle tend d'abord à déterminer les propriétés des porte-greffes, en considérant isolément ces aptitudes.

a. Aptitude des porte-greffes.

Les propriétés culturales des cépages sont désignées par le mot *aptitudes* dans les traités classiques. En ce qui concerne les porte-greffes qui sont successivement appréciés par le cultivateur de pieds-mères, par le pépiniériste, puis par le vigneron, il y a lieu de distinguer les aptitudes qu'ils présentent :

I. — *Dans les vignes greffées.*
II. — *Dans les vignes-mères.*
III. — *Dans les pépinières.*

Il est évident que cette distinction s'impose; un bon sujet n'est pas toujours un bon pied-mère et réciproquement, pas plus que des aptitudes convenables de cet ordre ne vont nécessairement de pair avec un bon comportement en pépinières. On ne saurait, en particulier, conclure de la beauté d'un cépage dans une vigne-mère, de sa bonne tenue dans le même sol lorsqu'il est greffé et inversement.

I. — Aptitudes des porte-greffes dans les vignes greffées.

Les propriétés recherchées sont multiples, et les principales ont été le motif d'études nombreuses et importantes. Elles résultent des relations particulières du système radiculaire avec le sol et les parasites.

Résistance phylloxérique. — La résistance phylloxérique est évidemment la qualité première que l'on demande à un porte-greffe. Si, au début de la reconstitution, on avait pu croire que tous les cépages d'origine américaine présentaient également cette aptitude, les premiers mécomptes obtenus avec les vignes à sang de *Labrusca* attirèrent vite l'attention sur l'intérêt qu'il y avait à connaître la résistance de chaque espèce et de chacune des variétés de ces espèces.

On pensa d'abord à déterminer les raisons qui faisaient que tel plant succombait au phylloxera, alors que tel autre ne redoutait pas l'insecte. Les recherches poursuivies dans cette voie se montrèrent stériles. Cependant, en étudiant les lésions du système radiculaire, la plupart des auteurs tombèrent d'accord sur ce fait que seules les tubérosités des racines pouvaient être préjudiciables à la santé de la plante, et que les nodosités de l'extrémité des radicelles, fréquentes sur les espèces qui semblaient les plus résistantes, devaient être considérées comme inoffensives. C'est grâce à cette observation que L. Ravaz (31, 37, 38, 39) put établir une méthode d'expérimentation en pots qui permit rapidement à cet auteur l'obtention de résultats qui gardent aujourd'hui encore toute leur valeur. Pour éviter la pullulation des insectes sur les radicelles, L. Ravaz imagina, en effet, de faire développer celles-ci dans un milieu non phylloxérant, le sable, alors que les racines se trouvaient placées dans une terre argilo-calcaire favorable

à la vie des pucerons. Deux plants étaient cultivés côte à côte, un témoin de résistance connue, et le plant à l'étude: cette culture était effectuée en pots, et non en pleine terre, où l'interaction de plantes d'inégale résistance conduit à des interprétations erronées.

L'observation du nombre et de la pénétration des lésions permettait d'effectuer la comparaison nécessaire.

Des échelles de résistance ont été ainsi établies: certaines sont célèbres, et figurent dans tous les manuels classiques. Cette méthode expérimentale est parfaitement au point, et elle échappe à toutes critiques.

Il ne semble pas que les recherches les plus récentes aient été effectuées avec une égale rigueur expérimentale.

La cause de la résistance ou de la sensibilité des vignes au phylloxéra n'est pas connue.

Les facteurs de l'immunité phylloxérique n'existent pas chez toutes les espèces du genre Vitis *V. Riparia* (Michx), *V. Rupestris* (Scheele), *V. Berlandieri* (Planchon), *V. Cordifolia* (Michx), l'ont introduite dans les croisements. On ne sait pas comment elle se transmet.

Il s'agit sûrement d'un phénomène complexe: dans certains cas, (*Vinifera-Rupestris*) les F_1 paraissent intermédiaires, ce qui laisse prévoir la possibilité de l'action d'un nombre élevé de facteurs, alors que, dans d'autres cas [certains croisements de *Vinifera-Berlandieri* (41 B Mt. de Gt. 333 E. M.)] les F_1 inter-spécifiques sont aussi résistants, sinon davantage, que l'espèce parente la moins sensible.

Résistance à la chlorose. — Beaucoup de vignobles étaient établis en terrain calcaire. La plupart des vignes américaines, et justement celles auxquelles on s'adressa en premier lieu pour la reconstitution, se trouvèrent être des plantes très sensibles à la chlorose calcaire. Les agronomes américains avaient effectivement constaté que leurs vignes indigènes souffraient de jaunissement dans certaines situations (58), mais ces observations, d'ailleurs vagues, étaient inconnues des *américanistes* de la première heure. Ce n'est que vers 1878 que Louis Vialla décrivit avec assez de précision une « jaunisse » des vignes américaines dans les terrains de couleur claire des environs de Montpellier (59).

On s'aperçut cependant que toutes les vignes américaines n'étaient pas également sensibles au calcaire : *V. Berlandieri* (Planch.), qui paraissait résister, fut, dès 1882, introduit par G. Foex dans ses croisements (64).

L'évaluation de la résistance à la chlorose de chaque porte-greffe qui s'imposait alors, présentait une certaine difficulté en raison de la multiplicité des facteurs qui peuvent favoriser ou atténuer cette maladie. L'interprétation des faits observés devait donc être sévère et prudente; ce fut l'œuvre de L. Ravaz, à la Station expérimentale de Cognac, qui sut, en étudiant avec soin les causes qui déterminent, aggravent ou atténuent la chlorose, faire le tri qui s'imposait parmi les résultats expérimentaux discordants. On trouve dans les travaux de cet auteur (63, 69) l'essentiel de la doctrine qui lui a permis d'établir de façon indiscutable l'aptitude de résistance à la chlorose du plus grand nombre des porte-greffes de la pratique agricole.

Il convient de remarquer que les phénomènes dits de « panachure » (dégénérescence), rares à l'époque où les résultats furent acquis, beaucoup plus fréquents de nos jours, et surtout dans les champs expérimentaux, doivent être signalés comme une des nouvelles causes d'erreur, dont il faudra désormais tenir compte lors de la détermination de la résistance à la chlorose d'un porte-greffe donné.

La résistance à la chlorose n'appartient pas à toutes les espèces. *V. Vinifera* (L.) est très résistante puis, dans l'ordre de sensibilité croissante : *V. Monticola* (Buckley), *V. Berlandieri* (Planch.), *V. Rupestris* (Scheele) (Rup. type du Lot), *V. Riparia* (Michx.), *V. Rupestris* (Scheele) [type ordinaire], *V. Cordifolia* (Michx), pour les espèces les plus communes, *V. Cordifolia* (Michx) est presque calcifuge; *V. Berlandieri* (Planch.) vit sans jaunir dans les sols qui contiennent jusqu'à 65 p. 100 de calcaire crayeux.

Dans les croisements, le comportement du caractère « résistance au calcaire » est peu connu. Si certains F_1 interspécifiques sont sensiblement intermédiaires (420 A. Mt. de Gt.; 34 E. M.), il n'en est pas de même pour d'autres (161-49 C) qui montrent parfois (3309 C., 3306 C.) plus de résistance que les espèces qui les ont produits, ce qui tendrait à faire admettre le caractère hétérozygote d'une au moins des deux espèces.

Tout, ou à peu près, est à faire pour acquérir la connaissance de cette partie importante du patrimoine héréditaire des vignes.

Résistance au salant. — Les vignes américaines se sont également montrées moins résistantes au sel (NaCl) que les vignes françaises. Mais comme l'étendue des terrains salés est, somme toute, très restreinte, comparée à celle des terrains calcaires, par exemple, l'étude de la résistance au salant n'a motivé que peu de travaux et de recherches. On s'est généralement contenté d'observations faites en plein champ, aussi ne faut-il pas s'étonner si les chiffres indiqués par les auteurs comme seuil de résistance au sel d'une espèce ou d'un hybride donnés, sont assez différents.

La teneur en sel d'un terrain est essentiellement variable avec les saisons, avec les conditions climatiques, l'irrigation, le drainage, et même les modifications légères de la tectonique locale.

Cependant, si les faits observés n'ont aucune signification en valeur absolue, il est à peu près établi que tel ou tel porte-greffe est plus ou moins résistant que tel autre.

Il ne semble pas que la pratique puisse demander des données plus précises à ce sujet.

La résistance au sel appartient aux croisements dans lesquels le *Solonis* est intervenu : *Solonis, 1616* C., *216-3* Cl., etc.

On sait combien est confuse l'origine de cet hybride, qui, pour certains auteurs, est un *Riparia-Rupestris-Candicans*, alors que d'autres font intervenir une espèce différente, *V. Arizonica* (Engelm.), à la place du *V. Candicans* (Engelm.).

Aucun des caractères de *V. Arizonica* (Engelm.) n'est perceptible, alors que l'intervention de *V. Candicans* (Engelm.) ne paraît pas douteuse, si l'on juge par la ressemblance du *Solonis* et du *Novomexicana*, qui est un authentique *Riparia-Rupestris-Candicans*).

V. Riparia (Michx) et *V. Rupestris* (Scheele) redoutent beaucoup le chlorure de sodium, et leurs hybrides sont aussi très sensibles. Dans ces conditions, il est permis de penser que la résistance au salant appartient à *V. Candicans* (Engelm.); il n'est pas niable qu'elle soit aussi comprise dans le patrimoine héréditaire du *Vitis Vinifera* (L.).

Résistance à la sécheresse. — L'ancien vignoble occupait des sols relativement arides, et certaines variétés de *V. Vinifera* (L.) semblaient particulièrement adaptées à des stations semi-désertiques.

L'inaptitude des premières vignes américaines introduites à croître dans ces sols

normalement, en même temps qu'elle provoquait la recherche d'espèces ou la création d'hybrides plus xérophiles, imposait à la technique viticole la détermination de la propriété qu'avait chaque porte-greffe de résister à la sécheresse.

Le problème, examiné du point de vue général, semblait facile à résoudre, et il paraissait aisé de caractériser, sur le simple examen des organes de la plante, ses possibilités de culture dans un sol exposé à la sécheresse.

En réalité, cette méthode de recherches devait conduire à des échecs. Par une erreur de raisonnement, on eut le tort, par exemple, de conclure d'après l'observation d'organes qui, comme les feuilles, n'eussent point dû entrer en ligne de compte.

Il ne semble pas que les auteurs qui ont étudié cette question, se soient suffisamment préoccupés de définir avec exactitude ce qu'ils entendaient par sécheresse. Il est évident que les multiples champs d'expériences établis en terrains secs ont fourni des indications très importantes, mais ces résultats possèdent une valeur locale qui ne saurait être généralisée.

La sécheresse est en effet une conséquence de causes souvent diverses, mais non si nombreuses qu'on ne puisse les envisager toutes.

L'extension de la culture de la vigne dans les contrées à pluviométrie faible, en particulier dans l'Afrique française du Nord, nécessite encore une mise au point et un développement de l'aptitude des porte-greffes à résister aux effets, généralement conjugués, des températures élevées et de la siccité de l'air et du sol (sécheresse, grillage, folletage, sirocco, etc.).

La puissance du système radiculaire et sa carnosité, cette dernière particularité conditionnant sa turgescence propre, paraissent être les éléments de la résistance à la sécheresse.

Résistance au court-noué et aux autres maladies. — Aux maladies les plus diverses, on a toujours essayé d'opposer des porte-greffes miraculeux.

C'est ainsi qu'il a été parlé d'un porte-greffe résistant au pourridié (91) et plus récemment de porte-greffes résistants au court-noué (93, 94, 95, 96).

Ces propriétés n'ont jamais pu être mises en évidence. Il s'agit d'interprétations rapides d'un fait isolé non contrôlé. De ce que, dans une situation donnée, une variété a résisté à un accident ou à une maladie, alors que les autres ont été atteintes, il n'est pas permis de conclure à la résistance de cette variété.

C'est ainsi que certains auteurs ont signalé que le 333 E. M. et le Jacquez (sujet ou franc de pied) étaient réfractaires au court-noué. Avant d'affirmer cette résistance, il eût fallu s'assurer qu'il en était partout ainsi. Les faits ont démontré le contraire.

Résistance à l'excès d'humidité. — Les sols humides sont peu favorables à la vigne, lorsque l'excès d'humidité persiste au printemps, au moment où les jeunes racines doivent croître. Dans ces conditions, le manque d'air, résultant de l'excès d'eau, provoque une sorte d'asphyxie, le rougeau, et parfois même la mort de la partie souterraine de la tige.

On a admis l'existence de différences dans la sensibilité des divers porte-greffes à ces accidents.

Rupestris du Lot, 3309 C. en souffriraient beaucoup; *3306 C., Riparia Gloire de Montpellier, 333 E. M.* s'accommoderaient mieux de ces situations. Ces particularités ont été liées systématiquement à la tendance, signalée chez les diverses espèces de vignes (85, 86), que montre le système radiculaire à s'étaler en surface ou bien à plonger directe-

ment vers les couches profondes. Les plantes à racines traçantes et superficielles se comportent mieux en sols humides que les sujets à racines plongeantes.

Pour beaucoup d'auteurs, dont L. Ravaz et L. Degrully, la disposition du système radiculaire dans le sol serait au contraire indépendante de toute influence spécifique, et uniquement fonction de l'influence exercée par le milieu, soit finalement de tropismes alimentaires ou autres.

Aucune étude nouvelle n'a été effectuée sur cette question, mais en rapprochant certains faits de la pratique, il paraît possible de supposer un comportement différent des sujets dans les sols humides. En réalité, les sols excessivement humides sont de bien mauvaises terres à vignes.

BIBLIOGRAPHIE.

I. Généralités.

31. Ravaz (L.). — Les vignes américaines. Porte-greffes et producteurs directs. (Paris et Montpellier, 1902, p. 31-34.)

II. Résistance au phylloxera.

32. Boutin (Aîné). — Études d'analyses comparatives sur diverses variétés de cépages américaines, résistantes et non résistantes. (*C. R. Ac. Sc.*, t. LXXXIII, 1876.)

33. Millardet (A.). — Études sur les vignes américaines qui résistent au phylloxera. (*Mem. Ac. Sc.*, Paris, 1876.)

34. Boutin (Aîné). — Études d'analyses comparatives sur la vigne saine et sur la vigne phylloxérée. (*Mém. Ac. Sc.*, Paris 1877.)

35. Millardet (A.). — Histoire des principales variétés et espèces de vignes qui résistent au phylloxera. (Bordeaux, 1885.)

36. —— Nouvelles recherches sur la résistance et l'immunité phylloxérique. (Échelle de résistance). [*Journ. Agr. prat.*, 1891.]

37. Ravaz (L.). — Sur la résistance phylloxérique. (*Rev. de Vit.*, 1894-1.)

38. —— Contribution à l'étude de la résistance phylloxérique. (*Rev. de Vit.*, 1897-1, p. 109, 137 et 193.)

39. —— Nouvelles recherches sur la résistance au phylloxera. (*Ann. Ec. Nat. d'Agric. de Montpellier*, t. II, fasc. 3, 1903.)

40. Faes (H.). — Phylloxera et porte-greffes. (*Rapp. Stat. Vit. et du Serv. Phyll.*, 1906.)

41. Faraci (G.). — La résistance des vignes au phylloxera. (*Rev. de Vit.*, 1910.)

42. Sacca (A.). — L'acidità dei succhi delle piante in rapporto alla résistenza contro gli attachi dei parasiti. (*Staz. Agr. Ital.*, 1910.)

43. Börner (C.) und Rasmuson (H.). — Untersuchungen über die Anfälligkeit der Reben gegen Reblaus. (*Rer. ü. d. Tätigkeit d. Kais. biol. R. A. f. L. u. F. 1913 et Mitt. Ber... Mitt. Biol. Anst. Landw.*, n° 15, p. 25-29, 1914.)

44. Börner (C.). — Über reblausanfällige und immune Reben, Biol. Eigenheiten der Lothringer Reblaus. (*Biol., Zentralblatt*, t. XXXIV, 1914.)

45. Rasmuson (H.). — Über Vererbung bei Vitis. Mitt. d. kais. (*Biol. A. f. L. u. F.*, 1914.)

46. Detzel. — Referat über Rasmuson. (*Z. f. Indukt. Abst. Lehre*, 1915.)

47. Rasmuson (H.). — Kreuzungsversuche bei Reben. (*Z. f. indukt. Abst.*, Lehre, 1916.)

48. Schmitthenner (F.). — Die Reblauswiderstandsfähigkeit amerikanischer Reben. (*Wein u. Rebe*, 1919.)

49. Bioletti (F. T.), Flossfeder (F.-C.-H.) et Way (A.-G.). — Phylloxera resistent stocks. (*Cal. Univ. Agric. Exp. Stat. Berkeley Bull. 331*, 1921, et *Bull. Rens. agr. de Rome*, 1922, p. 1437.)

50. Castella (F.). — Resistent stocks. (*Bot. Abstr.*) XII, n° 3306, 1921.

51. Dewitz (J.). — Befall verschiedener Rebensorten durch die Reblaus. (*Zeitschrift f. wissenschaft. Landwirtschaft*, 1921.)

52. Thiem (H.) et Dykerhoff (F.). — Zur Anfälligkeit von Reben gegenüber der Reblaus des Naumburger Seuchengebietes. (*Wein u. Reb.*, 1924.)

53. Stellwaag (F.). — Die Grunlagen für den Anbau reblauswiderstandsfähiger Unterlagsreben zur Immunisierung verseuchter Gebiete. (Berlin, 1924.)

54. Thiem (H.). — Die Reblausanfälligkeit der Wurzeln von Unterlagsreben in den Seuchengebieten Deutschlands. (*37, Reblaudenschrift*, 1925).

55. Stellwag (F.). — Die Weinbauinsekten der Kulturländer. (Berlin, 1928, p. 238-366) [les pages 309-355 sont rédigées par F. Zweigelt].

56. Husman (C.). — Testing phylloxera resistent grape stocks in the vinifera regions of the United Stade (*U.S. Dept. Agr. Tecn. Bull.*, 146, 1930, p. 1-53.)

57. Börner (K.). — Beiträge zur Züchtung Reblaus- und Melthaufester Reben. (*Mit. der Biol. Reichs. anstalt f. L. un F.*, 1934.)

III. Résistance à la chlorose.

58. Rafinesque (C.-S.). — American Manual of the grapes vines and art of making wine. (Philadelphie, 1830, p. 50-51.)

59. Vialla (L.). — Des vignes américaines et des terrains qui leur conviennent. (*Messager Agricole*, 1878.)

60. Millardet (A.). — Note sur les vignes américaines; de l'adaptation au sol et au climat. (*J. d'Agr. pratique*, 1881-1, p. 400 et 731.)

61. Douysset (P.). — Note sur la situation des vignobles. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1886-2, p. 31.)

62. Couderc (G.). — Étude sur l'hybridation. (*C. R. Cong. Nat. Vit. de Mâcon*, du 21 oct. 1887.)

63. Ravaz (L.). — Les vignes américaines dans les terrains calcaires. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1890 et 1891.)

64. Foex (G.). — Note sur les hybrides porte-greffes (résistants à la chlorose dans les terrains crayeux). [*Prog. Agr. et Vit.*, 1891, p. 518.]

65. Castel (P.). — Essais de plants en sol calcaire. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1892-2, p. 606.)

66. Gervais (P.). — Un champ d'essais en sol calcaire. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1893-2, p. 364.)

67. Viala (P.). — Résistance des porte-greffes en terrains calcaires. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1894, p. 393.)

68. Gervais (P.). — La reconstitution des terrains calcaires. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1896-1; 1898-2 et 1899-1.)

69. Ravaz (L.). — Les nouveaux cépages; résistance phylloxérique et adaptation. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1898-1, p. 551 et 591.)

70. Roux (J.-A.-Cl.). — Traité historique, critique et expérimental des rapports des plantes avec le sol et de la chlorose végétale. (Montpellier et Paris, 1900.)

71. Ravaz (L.). — Les porte-greffes des terrains calcaires. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1902.)

72. Guillon (J.-M.). — La reconstitution du vignoble en terrains calcaires. (*Cong. Int. de Vit. de Rome*, 1903.)

73. Chappaz (G.). — Les porte-greffes des terrains calcaires. (*Cong. Vit. de Montpellier*, 1911.)

74. Verneuil (A.). — Les anciens et les nouveaux porte-greffes des terrains des Charentes. (*Cong. Vit. de Montpellier*, 1911.)

75. Garcia de los Salmones (N.). — Les porte-greffes les plus appropriés aux terrains calcaires et secs. (*Cong. Vit. de Montpellier*, 1911.)

76. Faes (H.). — Les porte-greffes résistants à la chlorose. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1925, p. 83 et 85.)

IV. Résistance au salant.

77. Ravaz (L.). — Les porte-greffes pour terrains salés. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1919-2.)

78. Vivet (E.). — Porte-greffes résistants au sel. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1922-2, p. 30.)

79. Ravaz (L.). — Porte-greffes résistants au salant. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1923-2, p. 437.)

80. ——. — Les vignes en terrains salés. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1927-2.)

81. Arnaud (G. et M.). — *Op. Cit.* en (3), p. 546.

V. Résistance à la sécheresse et à l'humidité.

82. Ravaz (L.). — Sur la résistance à la sécheresse du Rupestris du Lot. (*Rev. de Vit.*, 1898-2, p. 309 et 368.)

83. Grimaldi (C.). — Résistance des vignes américaines à la sécheresse. (*Cong. Int. de Vit.*, Paris, 1900, p. 218.)

84. Millardet (A.). — Un porte-greffe pour les terres sèches. (*Rev. de Vit.*, 1901-1, p. 5.)

85. Guillon (J.-M.). — Le géotropisme des racines de la vigne. (*Rev. de Vit.*, 1901-2, p. 337 et 371.)

86. Degrully (L.) et Ravaz (L.). — Sur la culture superficielle de la vigne. (*Ann. de l'École Nat. d'Agr. de Montpellier*, t. V, fasc. 1 et 2, 190 .)

87. Sicard (H.). — Sur la résistance à la sécheresse de divers porte-greffes. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1920-1.)

88. Ravaz (L.). — Les porte-greffes des terrains humides. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1922-2, p. 371.)

89. Alpheran (J.). — Les porte-greffes et la sécheresse. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1931-2, p. 230.)

90. Calcat (A.). — Observation sur la résistance à la sécheresse de quelques cépages à l'École d'Agriculture de Sidi-Bel-Abbès. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1934-1.)

Aptitudes diverses.

91. Ravaz (L.). — Y a-t-il des vignes résistantes au pourridié? (*Prog. Agr. et Vit.*, 1925, p. 172.)

92. Bonnet (A.). — Influence du porte-greffe sur la gravité de la gelée. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1938-1, p. 445.)

93. Perramond (E.). — Porte-greffes réfractaires au Court-noué. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1919-2, p. 101.)

94. ——. — Le court-noué et le 333 E. M. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1924-2, p. 544.)

95. Rives (E.). — Sur la phagocytose chez le 333 E. M. et la résistance au court-noué. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1927-1, p. 139.)

96. Bonnet (A.). — Court-noué et Jacquez porte-greffe. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1937-2, p. 585.)

97. Branas (J.). — Le Jacquez porte-greffe. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1938-2, p. 273.)

98. ——. — Sur le 333 E. M. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1938-2, p. 416.)

II. — Aptitudes des porte-greffes dans les vignes-mères.

Les vignes-mères sont destinées à produire du bois. Ceux qui les possèdent et les exploitent, recherchent un produit abondant et de bonne qualité; ils donneront par conséquent leurs préférences aux variétés vigoureuses et mûrissant convenablement leurs bois, pour que ces derniers puissent passer l'hiver et convenir à la multiplication de la vigne.

Les limites du cycle végétatif. — Les variétés de porte-greffes, comme les cépages européens, possèdent des exigences climatiques variables. La période favorable à la végéta-

tion diminuant au fur et à mesure que la latitude croît, on conçoit aisément que le nombre des variétés cultivables comme pieds-mères aille également en décroissant.

C'est ainsi que le *V. Berlandieri* (Planch.), qui mûrit très bien ses bois en Algérie, s'aoûte déjà moins bien dans le midi de la France: l'aire de possibilité de culture du

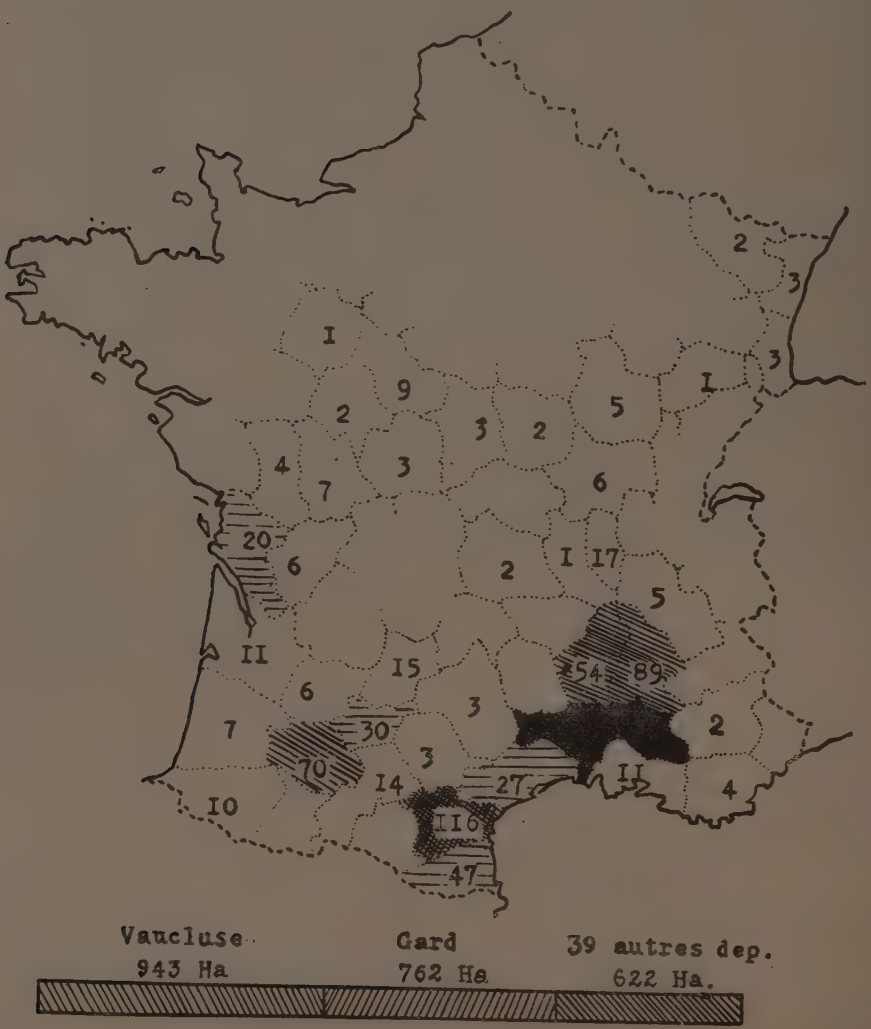


Fig. 1. — Répartition des vignes-mères en France.
Les nombres indiquent la superficie cultivée en vignes-mères dans chaque département.

Riparia est beaucoup plus étendue. Certains artifices culturaux (palissage des bois) peuvent pallier, dans une certaine mesure, à cet inconvénient. En fait, dans les pays qui, comme la France, possèdent des régions à *climat méditerranéen* et des régions plus froides, la quasi-totalité des vignes de pieds-mères est localisée dans les départements les plus chauds (fig. 1).

Ce n'est pourtant point que les plantations de pieds-mères n'aient pas été entreprises dans tous les milieux au début de la reconstitution. Des semis, des pépinières départementales furent installés à peu près partout; elles ne donnèrent jamais de bons résultats.

Résistance du feuillage aux maladies et aux insectes. — Les insectes et les maladies cryptogamiques peuvent, dans certains cas, réduire la surface foliacée dans des proportions suffisantes pour que l'aoûtement se fasse mal.

On rencontre fréquemment des attaques tardives du mildiou sur les hybrides entre la vigne européenne et les espèces américaines (comme le *41 B. Mt-de Gt.*). Ces invasions ne sont jamais assez importantes pour motiver un traitement, mais elles nuisent à l'aoûtement.

Les galles phylloxériques, généralement insignifiantes, peuvent, chez certains hybrides, *3309 C., 3306 C.*, en particulier, se rencontrer en si grand nombre qu'elles deviennent nuisibles à la bonne maturation des bois; on a rarement à intervenir pour effectuer des traitements, ceux-ci (soufrages) se révèlent d'ailleurs dangereux pour les hybrides de *Riparia-Rupestris*, qui sont justement les plus attaqués.

Production du bois. — La production en bois d'une souche mère est très variable selon les variétés. On conçoit que certains porte-greffes excellents n'aient jamais pu être propagés parce qu'insuffisamment producteurs de bois; d'autres, au contraire, plutôt médiocres, mais gros producteurs de bois, ont pu bénéficier d'une certaine propagande.

Voici quelques chiffres destinés à fixer les idées sur la production de bois, évaluée en mètres par souche, pour divers sujets cultivés dans quatre situations différentes (récolte 1938).

DÉSIGNATION.	ODUCTION MOYENNE D'UNE SOUCHE. M. de bois.	ORIGINE.
Rupestris du Lot	14,3 (m. de bois).	A.
3.309 C.	24,8	D.
3.306 C.	11,1	D.
101-14 M. de Gt.	23,3	B.
1.616 C.	31,9	D.
216-3 Cl.	20	D.
Aramon-Rupestris Ganzin n° 9.	24	D.
Aramon-Rup. Ganzin n° 2.	28.6	D.
1.202 C.	18,8	D.
93-5 C.	28.8	D.
150-15 M.	13,1	D.
333 E. M.	15,5	D.
41 B.-Mt. de Gt.	36,0	C.
420 A.-Mt. de Gt.	84	C.
420 A.-Mt. de Gt.	22,1	D.
161-49 C.	33,8	D.
34 EM.	34,6	D.
Tel. 8 B.	28	D.
Tel. 5 BB. sel. Kober.	45	D.
8 R.	29,1	D.
31 R.	35,4	C.
44 R.	12	D.
99 R.	31,7	C. + D.
110 R.	12,8	C.
110 R.	20,3	D.

A Plantation en coteau plus sèche que B, C, D, placées au bord d'une rivière.

Les résultats de ces observations appellent quelques remarques : *3306 C.* produit moins de bois, environ la moitié, que *3309 C.*: s'il ne s'est pas répandu, ce n'est pas que ses aptitudes soient inférieures à celles du *3309 C.* — elles sont plutôt meilleures — mais parce que les viticulteurs-pépiniéristes n'avaient pas intérêt à développer sa culture.

La vogue excessive du *101-14 Mt. de Gt.*, des *Vinifera-Rupestris* si décevants, trouve aussi une explication. Le *Tel. 5 BB Sel. Kober*, est, dans notre expérience, le plus gros producteur de bois; c'est aussi le porte-greffe qui, depuis dix ans, a donné lieu à la propagande la plus bruyante, en France et à l'étranger, sans que ses autres qualités la justifient.

Ainsi s'expliquent aussi le peu d'intérêt avec lequel le *333 E. M.* a été suivi, l'oubli dans lequel doivent tomber de très remarquables sujets comme le *44 R.*

BIBLIOGRAPHIE.

I. Limites du cycle végétatif.

99. Kovessi (M.-F.). - Recherches biologiques sur l'aoûtement des sarments de la vigne. (Lille, 1901.)

100. Schmitthenner (F.). — Untersuchungen über das Reifen des Rebholzes und die Erziehung der amerikanischen Unterlagsreben. (*Landw. Jahrb.*, t. XXXVIII, Berlin, 1909.)

101. Zuderell (H.). — Ueber die Triebreife der Reben. (*Wein und Rebe*, 1922.)

102. Kroemer (K.). - Die Holzreife der Reben in Ertrags- und Schnittweinbergen. (*Deutsche Landw. Gesellschaft*, fasc. 40, 1928.)

103. Birk (H.). - Der heutige Stand der Rebenveredlung in Deutschland. (Giessen, 1930, p. 20-21.)

104. Husfeld (B.). — Photoperiodismus bei Reben. (*Forschungsdienst*, 3, 1936.)

II. Résistance du feuillage.

105. Faes (H.). — Le phylloxera gallicole dans les vignobles vaudois. (*La terre Vaudoise*, 1915.)

106. Faes (H.) et Staehlin (M.). — Le phylloxera gallicole. (*Ann. Agr. Suisse*, 1922.)

107. Ravaz (L.). — Les galles phylloxériques. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1922-2, p. 271.)

108. Topi (M.). — Sulle probabili cause del diverso comportamento della fillossera specialmente gallecola, in rapporto ai varii vitigni americani. (*Monitore zoologico Italiano*, 1926. Texte allemand *Wein u. Rebe*, mai 1929.)

109. Faes (H.). — Le phylloxera gallicole. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1927-2, p. 400.)

110. Topi (M.). — La lotta contro la filossera della vite. (*Boll. R. Staz. di Pat. Vegetale Roma*, 1927. — Texte allemand *Wein u. Rebe*, mai 1929.)

111. Ravaz (L.). — Contre les galles phylloxériques. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1928-1, p. 352.)

III. Production en bois.

112. Coutagne (G.). — Etude comparative de quelques hybrides porte-greffes. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1894-1, p. 320.)

III. — Aptitudes des porte-greffes dans les pépinières.

La valeur d'un porte-greffe donné dépend étroitement des conditions dans lesquelles sa multiplication végétative peut être effectuée.

La reprise au bouturage est extrêmement variable : de 100 p. 100 (*V. Riparia* [Michx], *V. Rupestris* [Scheele], etc.), à moins de 10 p. 100 (*V, Berlandieri* [Planch.], *V. Monticola* [Buckley], *V. Cordifolia* [Michx], etc.). La difficulté constante et pratiquement insurmontable de l'enracinement des boutures de *V. Berlandieri* (Planch.) s'est opposée à l'utilisation de ce porte-greffe dont les autres aptitudes sont remarquables. Cette propriété est donc importante et les porte-greffes qui reprennent médiocrement de bouture ne sont utilisés que parce qu'ils sont parfois indispensables.

Les hybrides entre les espèces à enracinement différent se comportent de manière discordante; c'est ainsi que certains *Berlandieri-Riparia* (*161-49 C*) ont de bonnes aptitudes et d'autres (*157-11 C.*) de très mauvaises.

Les ressources de la génétique n'ont probablement pas été épuisées à ce sujet.

La reprise au greffage est plus régulière parmi les cépages porte-greffes; cela tient, en partie, à ce que les espèces qui se soudent mal (*V. Monticola* [Bugiley]), ne sont pas utilisées pratiquement; lorsque leurs hybrides sont employés, ils se soudent aussi mal (*188.08 C1*), ou bien mieux (*188.04 C1*).

Voici quelques résultats expérimentaux recueillis[1] en 1935 et en 1936 à l'École nationale d'Agriculture de Montpellier.

Pl. II *bis*. (Aramon).

(Planté Mars 1934 – Greffé 1935.)

COTE A.

N° du rang.	Désignation des p. g.	Composition.	Reprise au bouturage [1].	Reprise au greffage.	
				p. 100	
1.....	Rip. Gloire	Rip.	Très bonne.	86	Très bonne.
2.....	333 E. M.	Vinif. Ber.	Bonne.	66	Bonne.
3.....	41 B (Mt de Gt)	*Idem.*	Mauvaise.	100	Très bonne.
4.....	Rup. du Lot	Rupestris.	Très bonne.	82	Très bonne.
5.....	Berl. Col. n° 1 (Bl.)	Vinif Ber.	Mauvaise.	33	Mauvaise.
6.....	Berl. Col. n° 2 —	*Idem.*	*Idem.*	80	Bonne.
7.....	Berl. Col. n° 3 —	*Idem.*	?	?	?
8.....	Cord Rup. n° 1 (M. de G.)	Cord Rup.	Mauvaise.	80	Bonne.
9.....	107-11 (M de G.	*Idem.*	*Idem.*	83	*Idem.*
10.....	16-1 E. M.	*Idem.*	Moyenne.	?	Très bonne.
11.....	16-2 E. M.	*Idem.*	*Idem.*	50	Moyenne.
12.....	16-3 E. M.	*Idem.*	Bonne.	75	Bonne.
13.....	16-5 E. M.	*Idem.*	Moyenne.	100	Très bonne.
14.....	125-2 (Mt de Gt).	Rip. Cord.	Très bonne.	100	Très bonne.

[1] Signification en reprise %. :
Très bonne : 80,
Bonne : 60 à 80.
Moyenne 40 à 60
Mauvaise : 20 à 40.
Très mauvaise : 0 à 20.

[1] En partie avec le concours de M. M. Laporte (117).

Pl. II *bis.* (Aramon).

(Planté Mars 1934 – Greffé 1935.)

COTE B.

N° du rang.	Désignation des P. G.	Composition.	Reprise au boutubage.	Reprise au greffage.	
				p. 100	
1.....	Rup. du Lot	Rup.	Très bonne.	82	Très bonne.
2.....	Solonis	Rip. Rup. Cand.	Très bonne.	?	?
3.....	1616 C	Solonis Rip.	Bonne.	50	Moyenne.
4.....	216-3 Cl	Rip. Rup. Cand.	Mauvaise.	50	Moyenne.
5.....	227-1 Cl	Rip. Rup. Cand.	Très bonne.	100	Très bonne.
6.....	215-1 Cl	Rip. Rup. Cand.	Bonne.	100	Très bonne.
7.....	45 E. M.	Rip. Rup. Cand. Berl.	Bonne.	66	Bonne.
8.....	31 Rich.	*Idem.*	Moyenne.	83	Très bonne.
9.....	125-1 Mt de Gt.	Rip. Cord.	Moyenne.	100	Très bonne.
10.....	106-8 Mt de Gt.	Rip. Rup. Cord.	Très bonne.	100	Très bonne.
11.....	Sioux R.	Cord.-Rup.	Bonne.	66	Bonne.
12.....	62-66 C.	3103 × Cord.	Très bonne.	100	Très bonne.
13.....	98-76 C.	Vinif. Cord.	*Idem.*	?	?
14.....	Rup. du Lot.	Rup.	*Idem.*	82	Très bonne.

Pl. III *bis.* (Aramon noir).

COTE A.

N° du rang.	Désignation des P. G.	Composition.	Reprise au boutubage.	Reprise au greffage.	
				p. 100	
1.....	Rup. du Lot.	Rupestris.	Très bonne.	82	Très bonne
2.....	44 R.	Rup.-Berl.	Mauvaise.	100	*Idem.*
3.....	57 R.	*Idem.*	*Idem.*	60	Moyenne.
4.....	8 R.	*Idem.*	?	83	Très bonne.
5.....	99 R.	*Idem.*	Moyenne.	100	Très bonne.
6.....	110 R.	*Idem.*	Mauvaise.	100	Très bonne.
7.....	261-50 C.	*Idem.*	Mauvaise.	33	Mauvaise.
8.....	17-37 Mt. de Gt.	*Idem.*	Moyenne.	83	Très bonne.
9.....	20	Rip.-Rup. Berl.	Moyenne.	83	Très bonne.
10.....	18 Mg.	*Id.*	Bonne.	66	Bonne.
11.....	1 Mg.	*Idem.*	Bonne.	100	Très bonne.
12.....	3 Mg.	*Idem.*	Moyenne.	66	Bonne.
13.....	Rup. du Lot.	Rupestris.	Très bonne.	82	Très bonne.
14.....	6.831 Cl.	Rip.-Mont.	Bonne.	100	Très bonne.

COTE B.

1.....	Rip. gloire.	Riparia.	Très bonne.	80	Très bonne.
2.....	P. D. A.	Rup.-Berl.	Mauvaise.	33	Mauvaise.
3.....	P. D. B.	*Idem.*	Moyenne.	50	*Idem*
4.....	1-1 E. M.	*Idem.*	Bonne.	100	Très bonne.
5.....	1-3 E. M.	*Idem.*	Bonne.	100	Très bonne
6.....	3-1 E.M.	*Idem.*	Mauvaise.	83	Très bonne.
7.....	4-1 E. M.	*Idem.*	Mauvaise.	80	Très bonne.
8.....	Mont. Rup. n° 11.	Mont-Rup.	?	?	Bonne.
9.....	Mont. Rup. n° 12.	*Idem.*	Moyenne		?
10.....	Coriacea Lot.	Cor.-Rup.	Moyenne.	75	Bonne.
11.....	188-04 Cl.	Rip.-Mont.	Bonne.	50	*Idem.*
12.....	188-08 Cl.	*Id.*	Très bonne.		Bonne.
13.....	188-15 Cl.	*Idem.*	Bonne.		Bonne.
14.....	Rip. gloire.	Rip.	Très bonne.		Très bonne.

Pl. IV *bis*. (Aramon noir).

N° du rang.	Désignation des P. G.	Composition.	Reprise au bouturage.	Reprise au greffage.	
				p. 100	
		COTE A			
1.....	Rupestris du Lot.	Rupestris	Très bonne.	82	Très bonne.
2.....	420 A. M. de G.	Rip.–Berland.	Moyenne.	100	*Idem.*
3.....	420 B. M. de G.	*Idem.*	Moyenne.	100	Très bonne.
4.....	420 C. M. de G.	*Idem.*	Bonne.	80	Bonne.
5.....	157-11 C.	*Idem.*	Mauvaise.	100	Très bonne.
6.....	34 E. M.	*Idem.*	Bonne.	83	Très bonne.
7.....	Riparia Gloire.	Riparia.	Très bonne.	86	Très bonne.
8.....	161-49 C.	Rip.–Berland.	Bonne.	83	Très bonne.
9.....	Rip. Berl. Gauthier.	*Idem.*	Bonne.	66	Bonne.
10.....	Rip. Berl. Rousset.	*Idem.*	Moyenne.	66	Bonne.
11.....	7.605 Cl.	*Idem.*	Moyenne.	50	Moyenne.
12.....	7.501 Cl.	*Idem.*	Moyenne.	66	Bonne.
13.....	Semis de Riparia n° 1 EM.	?	?	83	Très bonne.
14.....	Rup. du Lot.	Rupestris.	Très bonne.	82	Très bonne.
		COTE B.			
1.....	Riparia Gloire.	Riparia.	Très bonne.	80	Très bonne.
2.....	Tel. 5. BB. sel Kob.	Rip.–Berland.	Moyenne.	83	Très bonne.
3.....	Tel. 8. B.	*Idem.*	Moyenne.	100	Très bonne.
4.....	Rggi. 267.	*Idem.*	Mauvaise.	100	Très bonne.
4 bis.....	Rggi. 193.	*Idem.*	Moyenne.	100	Très bonne.
5.....	Rggi. 209.	*Idem.*	Mauvaise.	75	Bonne.
5 bis.....	Rggi. 222.	*Idem.*	Mauvaise.	0	Très mauvaise.
6.....	Rggi. 202.	*Idem.*	Mauvaise.	100	Très bonne
6 bis.....	Rggi. 204.	*Idem.*	Mauvaise.	100	Très bonne.
7.....	Rupestris du Lot.	Rupestris.	Très bonne.	82	Très bonne.
8.....	3.309 C.	Rip.×Rup.	Bonne.	100	Très bonne.
9.....	3.306 C.	*Idem.*	?	?	?
10.....	2 [illegible] E. M.	*Idem.*	[illegible]	66	[illegible]
11.....	Rupestris du Lot.	Rupestris.	Très bonne.	?	?
12.....	Semis de Rip. n° 3.	?	?	80	Bonne.
13.....	215-2 Mt. de Gt.	Rip. Rup. Aest.	Très mauvaise.	?	?
14.....	Riparia Gloire.	Rip.	Très bonne.	86	Très bonne.

BIBLIOGRAPHIE.

113. Aiguillon (H.). — De l'emploi comme porte-greffe des vignes à reprise difficile. (*La Vigne américaine*, 1879, p. 210.)

114. Bouchard (A.). — Coefficient de soudure du greffage de 1897 dans le Maine-et-Loire. (*Rev. de Vit.*, 1898-1, p. 577.)

115. Vidal (J.-L.), Nayrac (M.) et Malterre (E.). — Sur la reprise des porte-greffes à la greffe-bouture. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1931-1.)

116. Kieffer. — La reprise en pépinière des hybrides de Berlandiéri. (*Rev. de Vit.*, 1933-1, p. 41 et *Journal vinicole du Luxembourg*, 1932, n° 16.)

117. Branas (J.), Bernon (G.), et Laporte (M.). — Recherches sur les porte-greffes. La reprise au bouturage. (*Ann. Ecole Nat. d'Agr. de Montpellier*, t. XXII, fasc. 4, p. 311-324, 1934.)

118. Olivieri (O.). — Sull'affinità d'innesto della Kober 5 BB. (*Giorn, Agr. della Domenica*, n° 29, 1935.)

119. Branas (J.). — La reprise dans les pépinières. (*Rév. de Vit.*, 1937-1.)

b. Adaptation.

L'ancienne viticulture qui ignorait le phylloxéra, avait déjà constaté que tous les cépages n'étaient pas également vigoureux et productifs dans tous les sols. Il n'est pas inutile de rappeler que l'on connaissait déjà des cépages adaptés aux terrains arides, aux terres riches des plaines et même aux sols salés.

Le terme *adaptation* devait cependant connaître une fortune nouvelle avec les premiers travaux sur la reconstitution des terrains difficiles et, en particulier, des terrains calcaires.

Définition. — *Le porte-greffe le mieux adapté à un milieu donné est le plus puissant de tous les sujets établis dans ce milieu.*

Cette puissance est mesurable, et une échelle peut être établie pour chaque milieu entre tous les porte-greffes. Comme les aptitudes des porte-greffes sont fort variables, et que chaque milieu considéré fait entrer en jeu plusieurs facteurs dans des proportions diverses, les sujets les mieux adaptés à un milieu donné peuvent se montrer inférieurs et presqu'inutilisables dans d'autres.

Le *Rupestris du Lot* peut être le plus puissant dans un sol peu calcaire, profond, mais il peut, dans un sol très calcaire (plus de 23 p. 100 environ) se montrer plus faible que d'autres sujets : *Berlandieri-Rupestris*, *Berlandieri-Riparia* et même *Vinifera-Berlandieri*.

L'étude des aptitudes des porte-greffes, l'expérimentation antérieure, permettent dans tous les cas de résoudre parfois *a priori*, toujours avec succès, le problème de l'adaptation d'un sujet à un milieu donné.

On détermine d'abord la valeur de chaque facteur limitant : teneur en calcaire, en sel, humidité ou sécheresse du sol. La connaissance des aptitudes des porte-greffes permet de dresser la liste des sujets cultivables dans ces conditions et de ceux qui ne le sont pas.

Au sein de cette liste, on classe les sujets par ordre de puissance croissante, et on procède au choix, en fonction de cette puissance, suivant la valeur de la capacité végétative à obtenir.

Les tableaux suivants rendent possibles ces opérations. Tous les cas particuliers n'y sont pas envisagés mais ils permettent, tout en demeurant simples et sommaires, d'éviter les fautes les plus graves.

Échelle d'adaptation de quelques porte-greffes courants.

Puissance : +++ = Très puissant. — ++ = Vigueur moyenne. — + = Faible.

A. *Sols non salés.*

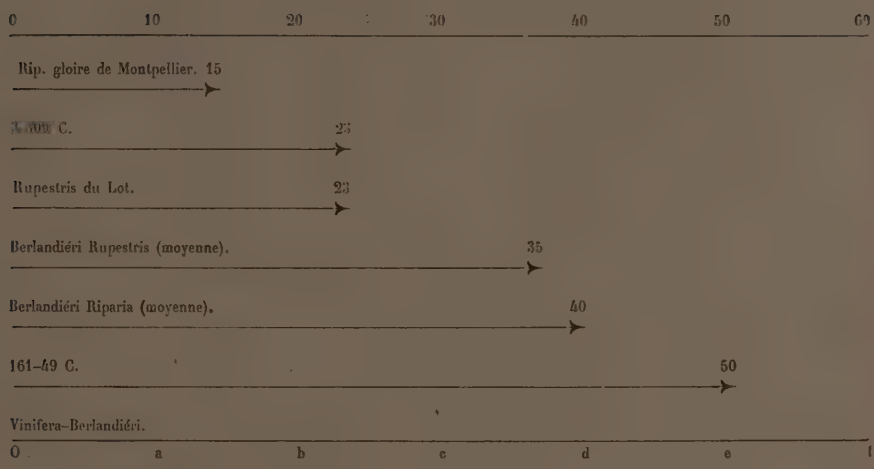
1° *Plus de 50 p. 100 de calcaire actif.*
+ à ++ *41 B., 333 3.M., Berl. Col. n° 1, n° 2, n° 3.*
Les autres sujets sont difficilement cultivables.

2° *De 35 à 50 p. 100 de calcaire actif.*
+ à ++ *161-49 C.*
+ à ++ *41 B., 333 E. M., Berl. Col. n° 1, n° 2, n° 3.*

Mode d'action d'un facteur limitant.

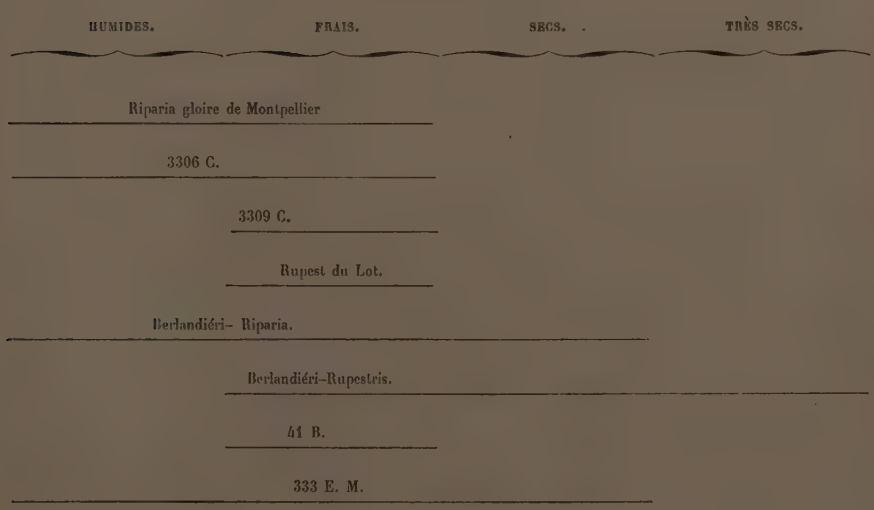
CO^3 Ca

Co^3 Ca p. 100 de terre fine.



Mode d'action d'un facteur limitant : Humidité du sol.

Sur les principaux porte-greffes.



3° *De 23 à 35 p. 100 de calcaire actif.*
+++ : *110 R., 99 R., 44 R.*
+ à ++ : *420 A., 161-49 C., 34 E. M., Phoenyx.*

4° *De 15 à 23 p. 100 de calcaire actif.*

a. *Pas de sécheresse.*
+++ : *110 R., 99 R., 44 R., Rupestris du Lot.*
++ *3309 C.*
+ à ++ = *420 A., 161-49 C., 34 E. M., Phoenyx.*

b. *Sécheresse possible.*
++ à +++ : *110 R., 99 R., 44 R.*
+ : *161-49 C., 34 E. M.*

5° *Moins de 15 p. 100 de calcaire actif.*

a. *Pas de sécheresse.*
+++ : *110 R., 99 R., 44 R., Rupestris du Lot.*
++ : *3309 C.*
+ à ++ : *34 E. M., 420 A., 161-49 C., Phoenyx.*
+ : *Riparia gloire de Montpellier.*

b. *Sécheresse possible.*
++ à +++ : *110 R., 99 R., 44 R.*
+ : *161-49 C., 34 E. M., Phoenyx, 420 A.*

B. *Sols salés.*

1° *Peu phylloxérants : Solonis* + à ++.

2° *Phylloxérants ;*

a. *Calcaire actif moins de 20 p. 100.*
+ à ++ : *1616 C.*

b. *Plus de 20 p. 100 de calcaire.*
+ à ++ : *45 E. M.* (?), *31 R.* (?).

3° *Non phylloxérants.*
V. Vinifera : +++

BIBLIOGRAPHIE.

120. Millardet (A.).— Note sur les vignes américaines : de l'adaptation au sol et au climat. (*Journ. Agr. Prat.*, 1881-1, p. 400 et 731 et dans Notes sur les vignes américaines et opuscules divers sur le même sujet; Bordeaux, 1881, p. 23-48.)

121. Sahut (F.). — De l'adaptation. (Montpellier et Paris, 1888.)

122. Chauzit (B.). — Essais sur l'adaptation au sol des vignes américaines. (*In Viala, Mission viticole en Amérique*, Paris, 1889.)

123. Hugues (C.). — Sull'adattamento dei vitigni. (Parenzo, 1889.)

124. Viala (P.) et Ravaz (A.). — Les vignes américaines : adaptation. (Paris, 1896.)

125. Carré (A.). — Porte-greffes des boulbènes maigres. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1901-1, p. 234 et 241.)

126. Muff (G.). — Contribution à l'étude des porte-greffes des terres battantes. (*Cong. Vit. de Montpellier*, 1911.)

127. Lagatu (H.). — Influence de l'état physique et de la composition chimique du sol sur les principales vignes américaines greffées. (*Cong. Vit. de Montpellier*, 1911.)

128. Dicenty (D.). — Untersuchungen über Anpassung der Americo - Amerikaner und Franco - Amerikaner Unterlagssorten in Ungarn. (*J. des Ung. ampel. Instit.* t. VI, 1915-1916.)

129. Ravaz (L.). — Les porte-greffes des terres compactes. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1922-2, p. 441.)

130. Faes (H.) et Tonduz (P.). — Les divers porte-greffes en sol compact et calcaire. (*Ann. Agr. de la Suisse*, 1922, p. 13-16.)

131. Dufour. — Les porte-greffes en terrains non calcaires. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1924-2, p. 585.)

132. Emon. — Adaptation des porte-greffes aux différents terrains. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1936-2.)

Nota : *Voir aussi de 50 à 90.*

B. Relations du porte-greffe avec le greffon.

Les relations étroites du sujet et du milieu qui viennent d'être envisagées, ne peuvent pas être considérées indépendamment de celles qui tiennent à la réunion par la greffe de deux individus différents.

Elles sont à envisager de plusieurs points de vue, car elles sont, en effet, d'ordre *anatomique*, *physiologique* et *spécifique*.

a. Relations anatomiques.

Les particularités anatomiques des vignes greffées, qui ont déjà ceci de singulier qu'elles sont formées de deux éléments spécifiquement différents, naissent du traumatisme initial : greffer, c'est pratiquer deux plaies sur deux organes séparés, établir le contact entre les régions histologiques de ces plaies qui ont le pouvoir de se souder, maintenir ce contact jusqu'à la réalisation de la soudure, et créer finalement les conditions de milieu favorables au phénomène.

Les régions voisines de la soudure présentent une structure particulière et forment fréquemment sur le greffon un *bourrelet*, sorte d'épanouissement plus ou moins marqué. Lorsqu'il est très marqué, l'écorce du sujet et celle du bourrelet sont raccordées par une série de plissements (fig. 2, 3, 4, 5, 6 et 7).

Origine du bourrelet. — Dans ces conditions, les cellules du cambium du greffon et de celui du sujet se cloisonnent activement au niveau de la plaie, et donnent plus ou moins rapidement une masse de méristème plus ou moins volumineuse dont les cellules sont d'abord toutes semblables. Ce tissu de soudure est fragile, redoute la dessiccation et les chocs, car il n'adhère au greffon (ou au sujet) que par la zone cambiale assez fortement dilatée radialement.

Les méristèmes produits par le greffon et le sujet progressent l'un vers l'autre, s'accolent par les matières pectiques qui forment le ciment intercellulaire (lamelles moyennes) et la soudure est ainsi réalisée.

Les cellules ont alors une disposition rayonnante par rapport à leur point d'émission.

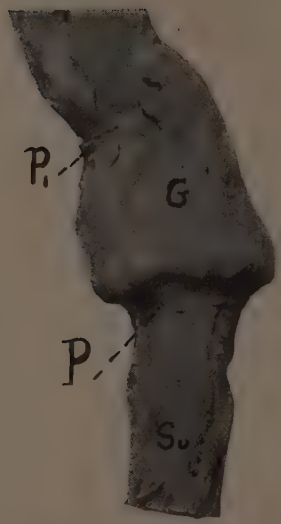


Fig. 2. — Bourrelet de greffe. P, plissements du sujet Su; P_1, plissements du greffon G. La direction de la tige du greffon est oblique.

Fig. 3. — Bourrelet de greffe. I, inclusion inerte.

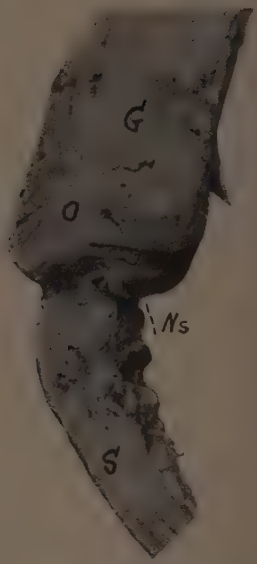


Fig. 4. — Bourrelet de greffe. Ns, région non soudée. La direction générale des vaisseaux et des fibres du bourrelet est transversale en O.

Fig. 5. — Bourrelet de greffe. La direction générale des fibres et vaisseaux du bourrelet est transversale en N. Les parties non soudées du sujet ne sont pas développées P.

Fig. 6. — Bourrelet de greffe. Ns, partie non soudée, O, fibres et vaisseaux transversaux.

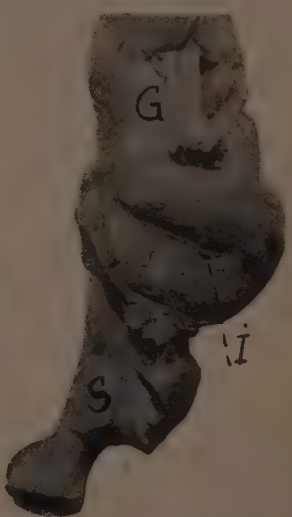


Fig. 7. — Bourrelet de greffe. I, inclusion inerte.

La différenciation se manifeste au sein de la masse par l'apparition de cellules, colorables par les réactifs électifs de la lignine, qui montrent très tôt les décorations pariétales particulières aux vaisseaux ligneux. Ces *cellules vasculaires*, d'abord isolées, puis groupées en îlots, finissent par constituer une surface vasculaire gauche joignant,

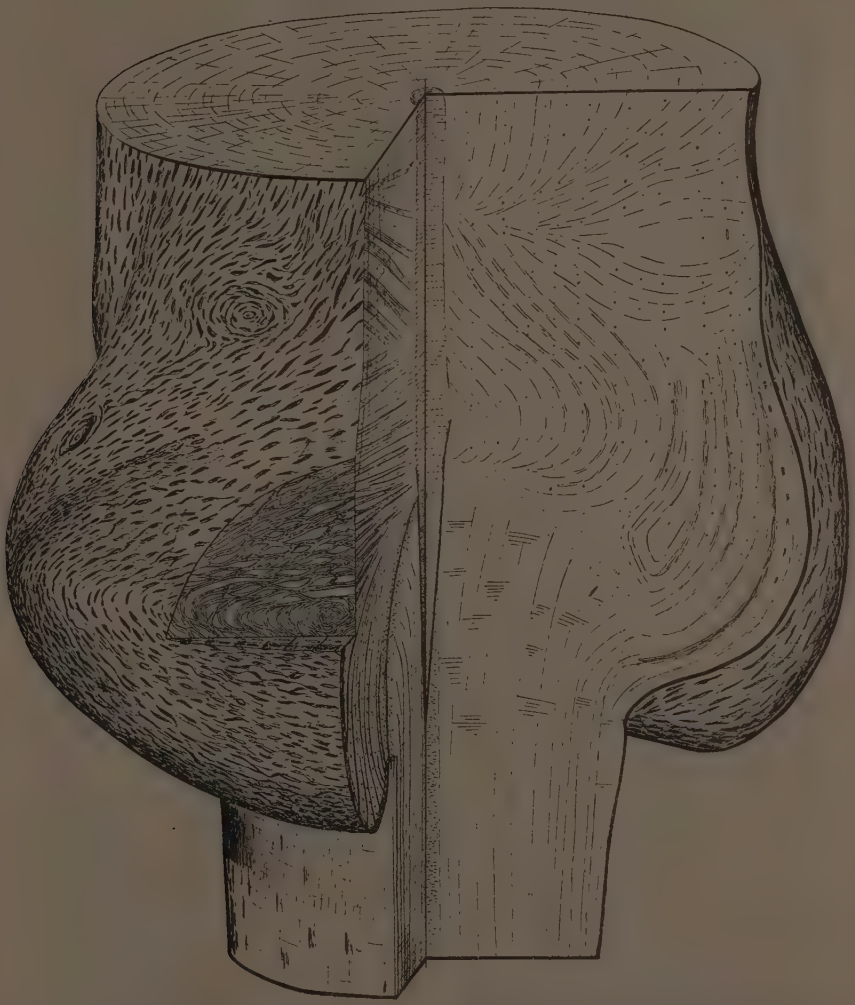


Fig. 8. — Détail d'un bourrelet de greffe. A gauche, sur le greffon, fibres et vaisseaux transversaux et deux inclusions inertes. Au premier plan, coupe tangentielle du bourrelet représentant les anastosmoses fibro-vasculaires et une inclusion. A droite, épanouissement du sujet, emplacement de la soudure.

par un trajet généralement compliqué, les vaisseaux néoformés dans le greffon et le sujet. Un cambium de jonction et des éléments libériens se déterminent en même temps, mais leur apparition est moins facile à percevoir. La vascularisation ancienne du greffon et du sujet devient inutile et est fermée par de la gomme et des thylles.

Un système libéro-ligneux de jonction se développe donc, mais son organisation est assez différente de celle qu'il présenterait dans les tiges normales (fig. 8). Les vaisseaux

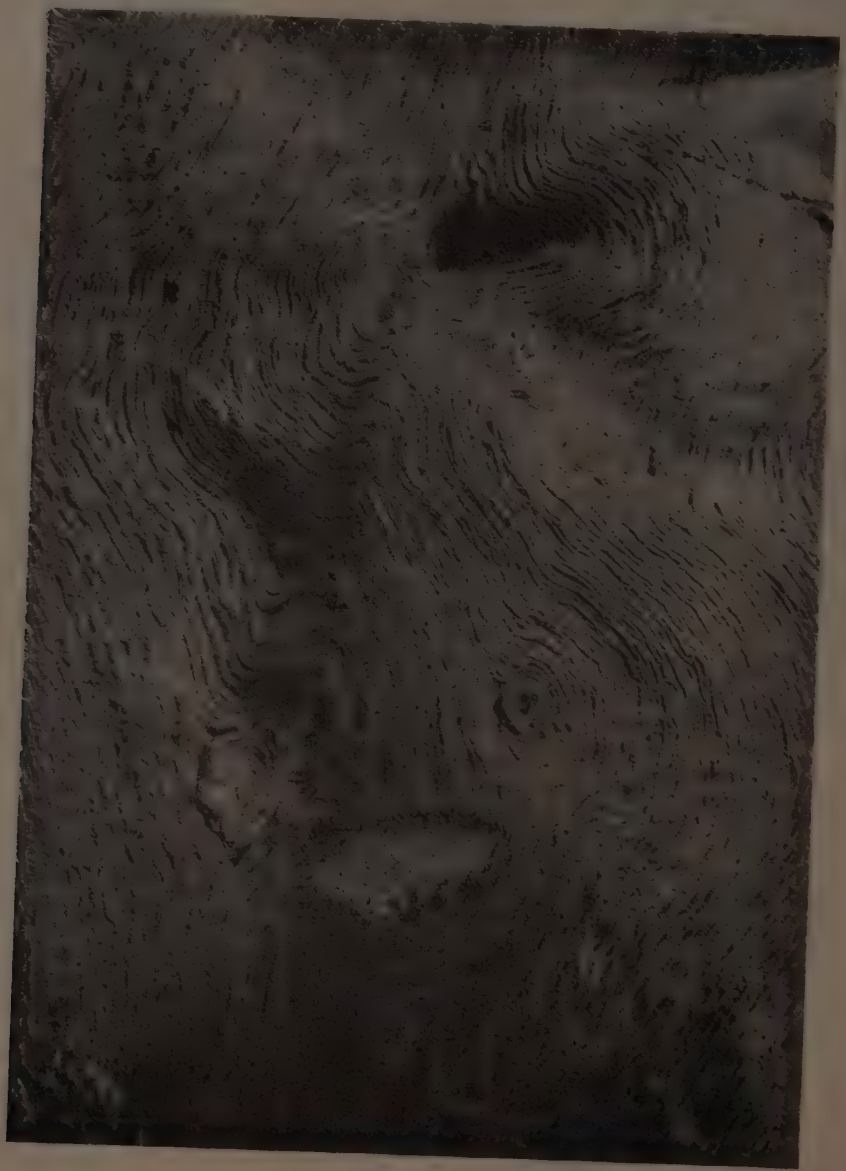


Fig. 9. — Surface d'un bourrelet de greffe vue à la loupe.
h inclusions inertes compliquent le trajet des vaisseaux.

et les fibres n'ont pas un trajet longitudinal rectiligne, mais ils sont courts, tortueux, anastomosés très fréquemment et ils enferment dans leurs boucles des éléments plus ou moins importants de rayons médullaires (fig. 10).

En coupe longitudinale, les rayons médullaires paraissent correspondre à des enclaves coniques à section en graine de melon, tout à fait caractéristiques des tissus de cicatrisation chez la vigne (fig. 10).

Une telle structure est assurément remarquable : les tissus vasculaires y sont en proportion diminuée, et leurs éléments y sont arrangés d'une manière qui les dispose à mal remplir leur fonction; elle est un obstacle aux échanges entre les deux éléments de la greffe.

Nous étudions plus loin les conséquences physiologiques de cette disposition anatomique particulière; l'une d'elles, semblable aux effets, moins complexes cependant à d'autres titres, de l'incision annulaire, produit l'accumulation de réserves au voisinage du point de greffe, au-dessus de la soudure. Le logement de ces réserves exige des parenchymes développés, une place plus grande et la *dilatation en bourrelet* de la tige.

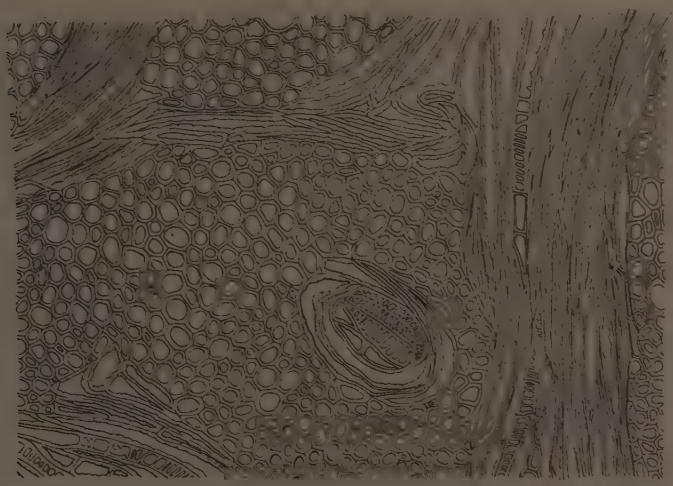


Fig. 10. — Coupe tangentielle dans un bourrelet de greffe.
Disposition des rayons médullaires, des fibres et des vaisseaux. Gr. × 125.

Formation du bourrelet. — Le bourrelet de soudure présente des formes variées, mais les conditions de cette variation sont suffisamment connues pour pouvoir être considérées isolément.

Il y a lieu d'examiner successivement le rôle des éléments suivants :

a. Vitesses radiales de croissance du greffon et du sujet;

b. Perfection de la soudure;

c. Inclusions inertes.

a. *Vitesses radiales de croissance du greffon et du sujet.* — Les individus greffons et les individus sujets sont caractérisés par une puissance propre, rarement identique, qui se traduit par une croissance radiale plus rapide chez le plus vigoureux. Dans la plupart des cas de la pratique (*V. Vinifera*, espèces américaines ou leurs hybrides), c'est le greffon qui grossit davantage ou au moins autant que le sujet qui le porte, mais

l'inverse peut aussi se rencontrer. Dans le cas, donc assez fréquent, d'un greffon plus gros que le sujet, appelons :

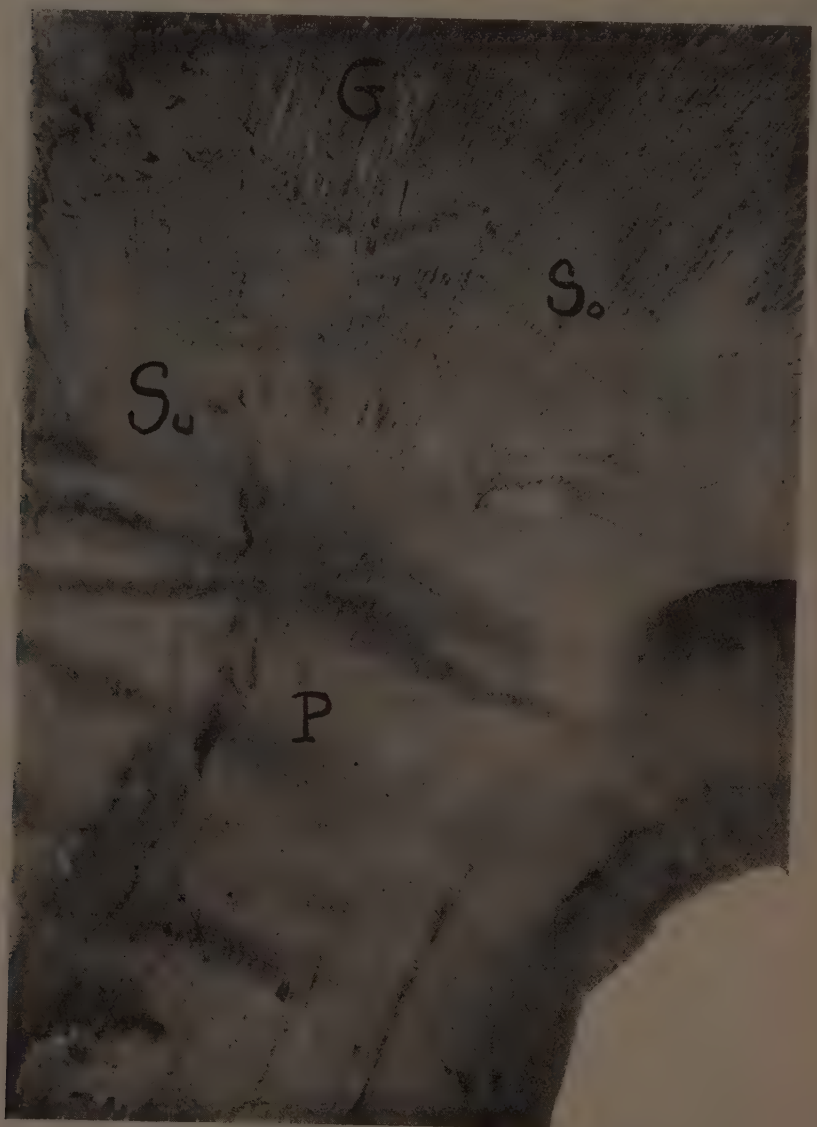


Fig. 11. — Surface vue à la loupe de la région de la soudure sur un bourrelet de greffe. Su, sujet; G, greffon; So, soudure; p, plissements du sujet.

s, le diamètre du sujet;
g, le diamètre du greffon;
b, le diamètre du bourrelet;
σ, le diamètre de la soudure;

nous obtenons les valeurs suivantes pour un cas particulier :

$$s = 1 ; g = 1,45 ; b = 1,95 ; \sigma = 1,63.$$

Le diamètre du bourrelet étant supérieur à ceux du sujet et du greffon, les cylindres théoriques que ces derniers constituent, doivent s'épanouir à leur sommet ou à leur base.

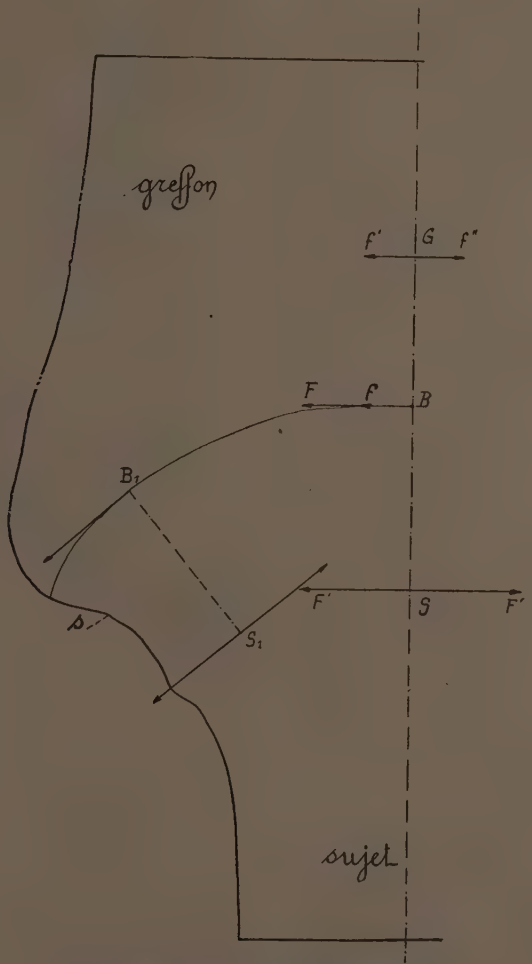


Fig. 12. — Mécanisme de la formation du bourrelet.
BB_1, ligne d'accroissement radial maximum du greffon; s, soudure.

L'épanouissement de la base du greffon est lent et progressif et ne s'accompagne de plissements que dans le cas où la tige est oblique par rapport au sujet. L'épanouissement du sujet est plus brusque (fig. 2 à 7), plus marqué et fréquemment accompagné de plissements. La formation du bourrelet peut donner lieu à l'interprétation suivante (fig. 12) :

Au moment de l'assemblage, sujet et greffon sont de même diamètre. Soit A la vitesse radiale d'accroissement du greffon au point d'épanouissement maximum du bourrelet, *a* la vitesse radiale d'accroissement du sujet au point où les tissus redeviennent histologiquement normaux. Nous pouvons admettre que l'épanouissement du greffon au niveau de B est provoqué par une force F proportionnelle à A-*a*; sans altérer l'équilibre

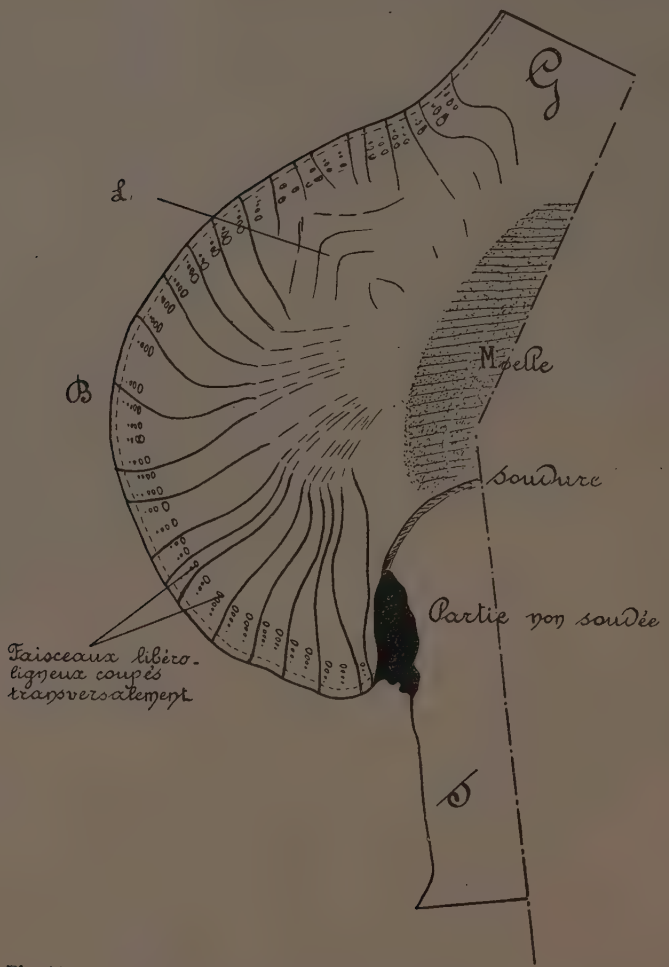


Fig. 13. — Schéma d'un bourrelet de greffe représentant le côté non soudé.

du corps, on peut appliquer en S, point du sujet où les tissus redeviennent histologiquement normaux, deux forces opposées F′ et F″ égales entre elles, égales et parallèles à F. La force F primitive appliquée en B est remplacée alors par une force F′ égale appliquée en S et par le couple FF″ de bras de levier BS.

L'effet produit sur l'assemblage par la différence des vitesses radiales d'accroissement du sujet et du greffon est un *mouvement de rotation* produit par le couple FF″ et un *mouvement de translation*, provoqué par la force F′ de direction variable constamment

perpendiculaire à celle du bras de levier du couple. Le couple FF″ provoque ainsi la formation d'un épaulement du greffon au-dessus de la soudure; la force F′ produit l'épanouissement du sommet du sujet et le plissement de l'écorce du sujet au-dessous de la soudure.

Fig. 14. — Bourrelet de greffe. La racine R du greffon G provoque une importante déviation du trajet des vaisseaux et des fibres.

Discussion. — Lorsque A est égal à *a*, c'est-à-dire lorsque les éléments de la greffe croissent à la même vitesse, la couple FF″ et la force F′ n'existent pas. Il n'y a ni épaulement, ni plissements du sujet. Par contre, lorsque A-*a* est important, le bourrelet est très proéminent et descendant. Enfin, lorsque A est plus petit que *a*, le sujet déborde sur le greffon par un mécanisme, exposé ci-après, semblable à celui qui produit le raccordement du greffon au bourrelet.

Raccordement du bourrelet au greffon. — Soit B le point de croissance radiale maximum du bourrelet, et G le point où les tissus du greffon deviennent histologiquement normaux. A est la croissance radiale du bourrelet, *g* la croissance radiale du greffon, A est plus grand que *g*, mais la différence n'est pas aussi importante qu'entre A et *a* (croissance du sujet). La force *f* qui en résulte est plus faible que F; il en est de même pour le couple *ff″* analogue à FF″ et pour la force *f′* correspondant à F′.

Les influences qui provoquent l'épaulement du greffon et les plissements du sujet sont ici moins actives; par conséquent, le raccordement du bourrelet au greffon s'effectue progressivement et sans plissement lorsque la tige est verticale.

Ce phénomène est ainsi rendu compréhensible.

b. *Perfection de la soudure.* — La soudure n'est jamais complète, et le contact entre greffon et sujet est interrompu par des parties non soudées : c'est un fait d'observation. La présence de parties non

Fig. 15. — Coupe schématique d'une racine R, incluse dans le bourrelet. Rm, rayons médullaires; V, vaisseaux et fibres; Q, méristème; T, partie morte. (Gr. × 25.)

soudées exerce une influence considérable sur la forme et la structure des bourrelets de greffe (fig. 13).

Les parties non soudées ne s'accroissent pas sur le sujet ou sur le greffon; elles meurent même parfois. Les parties soudées s'accroissent librement et tendent à occuper la partie de la section de la tige où aucun tissu nouveau ne s'est formé. Les files vasculaires du greffon et du sujet contournent donc l'obstacle et se rejoignent au-dessous ou au-dessus de lui; les vaisseaux empruntent une direction oblique et même parfois franchement horizontale comme le montrent les figures 2, 3, 4, 5, 6 et 7.

Ces bourrelets irréguliers sont les plus fréquents, et ils exercent parfois des actions nuisibles à la vie de la plante. En effet, l'accroissement du sujet est centrifuge, mais

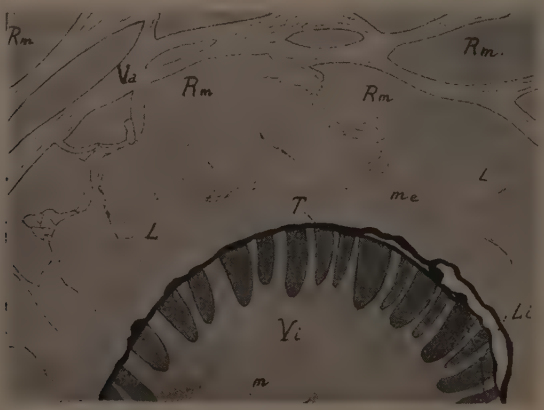


Fig. 16. — Coupe schématique d'une vrille Vi incluse dans un bourrelet. m, moelle; Li, liber; T, partie morte; me, méristème; L, éléments vasculaires rudimentaires; Rm, rayons médullaires; Va, vaisseaux et fibres. (G. × 25.)

l'accroissement du greffon, dans la région à vascularisation disposée suivant une section du cylindre théorique, se trouve être centripète par rapport à l'axe de l'assemblage. Sujet et greffon se rencontrent, se compriment mutuellement et le Rougeau et la mort peuvent résulter de cette compression. Ces graves répercussions ne sont toutefois observables que dans le cas où greffon et sujet croissent radialement avec des vitesses très inégales.

c. *Inclusions inertes.* — Le trajet des vaisseaux est donc irrégulier, tant par suite de la structure interne très particulière du tissu de cicatrisation, que par l'action importante des régions non soudées.

En plus de ces irrégularités, qui laissent cependant percevoir la direction générale de la vascularisation, celle-ci prend assez souvent une allure encore plus singulière. Autour d'un axe central, généralement situé au fond d'une dépression conique, les vaisseaux sont disposés en cercles concentriques sur une surface plus ou moins importante. Ces sortes de *loupes* ont une origine variée, mais résultent d'un mécanisme commun.

Elles sont généralement situées à la base du bourrelet. Des coupes tangentielles effectuées au fond de l'entonnoir qu'elles constituent et à une profondeur croissante,

permettent de constater que l'organisation habituelle du bourrelet entoure circulairement un axe qui naît de plusieurs manières. L'axe de la coupe peut être *une racine* (fig. 15) née sur le greffon et supprimée lors du sevrage : l'extrémité de la racine meurt, est recouverte par des tissus nouveaux au cours des années, mais ces tissus gardent la disposition anatomique imposée au début par la naissance de la racine (fig. 15).

L'axe de la loupe peut être le *bourgeon inférieur* principal (ou des bourgeons secondaires) du greffon, dont la présence impose des trajets particuliers aux vaisseaux sur les tiges d'un an.

Le développement, puis la suppression, ou le non développement de ces organes donnent la même structure anatomique finale. La *vrille* opposée à l'œil inférieur du greffon provoque, pour les mêmes raisons, les mêmes effets (fig. 16). Enfin, *les parties non soudées* les moins étendues, tout en laissant évidemment un vide à la place de l'axe de l'entonnoir, n'en imposent pas moins un trajet analogue aux vaisseaux (fig. 17).

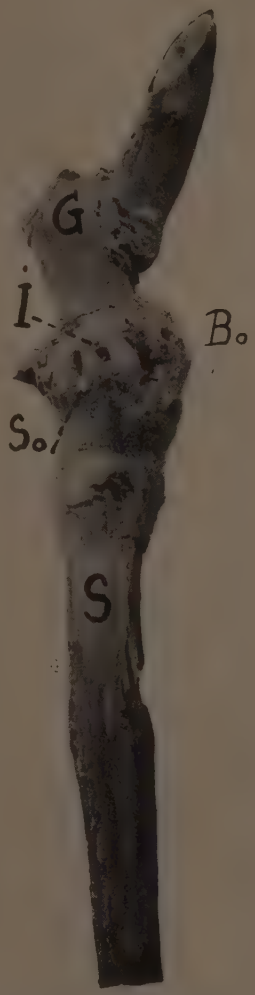


Fig. 17. — Jeune bourrelet de greffe. Bo, bourrelet; So, soudure; I, inclusions.

BIBLIOGRAPHIE.

133. Duhamel du Monceau (H.-L.). — Physique des arbres, 1758.

134. Turpin. — Mémoire sur la greffe ou le collage physiologique des tissus organiques, 1831.

135. Link. — Recherches sur l'accroissement végétal et la greffe, 1850.

136. Hanstein (J.). — Das Reproductions-Vermögen der Pflanzen in Bezug auf ihre Vermehrung und Veredlung, 1865.

137. Goppert. — Ueberinnere Vorgänge bei dem Veredeln der Bäume und Sträucher, 1874.

138. Foex (G.). — Recherches relatives au diamètre réciproque du sujet et du greffon. — *Vigne Américaine*, 1885.)

139. Sorauer (P.). — Handbuch der Pflanzenkrankeiten; Berlin, 1886.

140. Strassburger (E.). — Practicum, Iéna, 1887.

141. Maule. — Der Faserverlauf im Wundholz. — (*Bibl, Botanica*, 1895.)

142. Daniel (L.) Recherches anatomiques sur les greffes herbacées et ligneuses, Rennes, 1806.

143. Sahut (F.). — In Jalabert, *Revue de Viticulture*, 1898-1, p. 572.

144. Rompa de Kis-Borosnyo (A.). — Soudure de la greffe herbacée de la vigne, Budapest, 1900.

145. Ravaz (L.). — Les effets de la greffe. (*V^e Cong. int. agr. de Rome.* 1903.)

146. Gerneck. — Untersuchungen über den Wachstumverlauf bei der Veredlung von Reben. *Ber. d. Kgl. Lehranstaltf. Wein Obst. Gartenbauf. d.; Etatjahr*, 1905-1906.

147. Istvanffi (G. de). — Recherches anatomiques sur la soudure de la greffe herbacée de la vigne. — *C. R. Ac. Sc. Hongroise*), Budapest, 1906.

148. Schmitthenner (F.). — Ueber die histologischen Vorgänge beim Veredeln. *Wurzburg*. 1907.

149. Delacroix (G.). — Maladies des plantes. — (*Maladies non parasitaires*, p. 39-98, Paris, 1908.)

150. Hengl (R.). — Beobachtungen über die physiologischen Vorgänge beim Veredeln von Weinreben. *Vienne*, 1912.

151. Ravaz (L.). — Curieux effets de la greffe à talon. — (*Prog. Agr. et Vit.*, 1919-1, p. 265-272.)

152. Manzoni (L.). — Anatomia dell'inesto inglese della vite. — (*Ann. della R. Staz. Vit. Oen. Conegliano*, vol. 2, fasc. 1, 1926.)

153. Ravaz (L.). — De l'influence spécifique réciproque du sujet et du greffon. Effets de la greffe. — (*Ann. Ecole Nat. d'Agr. de Montpellier*, t. 20, fasc. 3, 1930, et *Cong. Int. d'Horticulture de Londres*, 1930.)

154. Bernon (G.). — L'incision annulaire. — (*Ann. Ec. Nat. d'Agr. de Montpellier*, t. 23, fasc. 2, et 3 p. 155-179, 1935.)

b. Relations physiologiques.

L'union de deux individus par la greffe les contraint à une vie en commun pour les besoins de laquelle chacun d'eux doit recourir aux apports de l'autre.

L'eau utilisée par le greffon est puisée dans le sol par les racines du sujet et, inversement, les matières nécessaires à l'édification de tissus nouveaux sur le sujet, à la constitution de réserves dans ses parties vivaces et à sa croissance, sont en partie créées par le greffon.

Les conditions dans lesquelles la coexistence et la réunion de métabolismes parfois très différents paraissent possibles, ne sont pas connues précisément.

L'expérience indique bien l'impossibilité de l'union par la greffe des espèces de vignes (ou de leurs hybrides) du groupe *Euvites* avec *V. Rotundifolia* (Michx), ou les autres Ampélidées, mais elle ne précise pas si cette difficulté est la suite de différences organiques physiologiques ou morphologiques.

Lorsque le greffage est possible, la vie en commun assurée, les conséquences de l'assemblage, sans devenir nuisibles, n'en sont pas moins assez notables pour que la vie des plantes greffées montre des particularités, remarquables sur le plan physiologique.

Une manière simple de considérer les choses conduit à envisager les caractères particuliers des échanges effectués d'une part dans le sens basal-apical et, d'autre part, dans le sens apical-basal.

I. — Action sur le courant basal-apical.

L'action du greffage provoque certaines modifications des échanges qui entraînent vers la couronne l'eau et les aliments minéraux puisés dans le sol.

a. *Alimentation en eau des vignes greffées.* — Nous avons déjà montré que la structure du bourrelet de soudure, la disposition très particulière de l'ensemble de la vascularisation au voisinage de la soudure, la prédominance des tissus parenchymateux, opposaient un obstacle certain à la circulation de l'eau dans les tiges.

Voici quelques résultats expérimentaux obtenus par L. Ravaz et Gouirand (156) qui font la preuve de ce fait connu depuis fort longtemps.

	QUANTITÉ D'EAU ÉCOULÉE.			RAPPORT $\frac{\text{SOUDURE}}{\text{SUJET.}}$
	SUJET.	SOUDURE.	GREFFON.	
Folle Blanche–Riparia.....	1425	610	1580	0,420
Idem.	1400	1100	1900	0,708
Idem.	480	220	710	0 407
Idem.	540	350	—	0,604

L'alimentation en eau du greffon est plus ou moins affectée selon l'imperfection de la soudure. Les soudures ne sont, en effet, que très rarement complètes, et constituent une gêne d'autant plus grande, que les bourrelets sont plus complexes et qu'ils comportent davantage de parties non soudées.

Dans les cas les plus favorables, la couronne reçoit une moindre quantité d'eau chez les vignes greffées, et cette quantité devient insuffisante lorsque le greffon perd davantage d'eau qu'il n'en reçoit. Cette circonstance survient à tous les âges de la vigne greffée, mais le mécanisme de la dessiccation du greffon est assez variable.

1° *Dessiccation du greffon chez les très jeunes vignes à l'état de repos.* — Les greffés-soudés au début de leur séjour dans le sol, les souches greffées sur place depuis un an ou deux et déchaussées, perdent de l'eau par le greffon en quantité d'autant plus importante que l'atmosphère est plus sèche et le vent plus violent; le même greffon reçoit peu d'eau à travers une soudure jeune peu différenciée et peu vascularisée : il tend à se dessécher. Cet accident est évité par le buttage des jeunes plantes, technique qui agit en réduisant à rien ou à presque rien les pertes d'eau du greffon.

2° *Dessiccation du greffon chez les vignes âgées en végétation.* — Le phénomène est ici différent, d'abord parce qu'il se produit pendant la croissance, et ensuite parce qu'apparaissant sur des vignes âgées, on ne peut le relier à la défectuosité réelle des soudures jeunes. En outre, *il n'est pas constant, et ne se produit que dans certaines conditions de milieu et chez certains couples d'individus réunis par le greffage.*

Lorsque les pertes d'eau du feuillage par les épidermes et par les stomates sont supérieures aux quantités d'eau absorbées par le système radiculaire, il apparaît divers accidents chez les vignes greffées comme chez les vignes non greffées, mais évidemment plus fréquents et plus graves chez celles-là.

Un vent violent succédant à une période humide pendant laquelle la plante s'est organisée pour transpirer beaucoup, provoque le *Folletage* par une évaporation intense suscitant des besoins en eau non satisfaits par l'absorption. A l'école de Montpellier, des *Jacquez*, greffés sur *Riparia* gloire de Montpellier sont atteints presque annuellement de folletage, alors que le même *Jacquez* non greffé est aussi régulièrement indemne. Et on ne peut même opposer la différence morphologique des systèmes radiculaires et invoquer un meilleur fonctionnement de celui du *Jacquez* qui est fortement diminué par l'action du phylloxéra. Le flétrissement s'observe donc sur le *Jacquez* greffé, et non sur le *Jacquez* franc de pied; l'action de la soudure sur l'alimentation en eau du greffon n'est pas niable. Elle se traduit aussi par le grillage du feuillage, et même par la dessiccation totale du greffon (*Thyllose*).

Ces phénomènes se montrent plus fréquemment chez certains couples d'individus

assemblés par la greffe. Il existe des sujets (*Berlandieri-Rupestris* par exemple) qui absorbent beaucoup d'eau dans le sol et qui peuvent en fournir une grande quantité au greffon qu'ils portent, mais il en est d'autres (*Rupestris* et surtout *Riparia* et leurs hybrides) qui leur sont largement inférieurs à cet égard. Le Folletage, le grillage, la Thyllose se montrent le plus fréquemment sur ces derniers porte-greffes.

Il existe de même des greffons qui se dessèchent plus rapidement que d'autres, *1020 S.*, *2003 S.*, *Jacquez*, etc.; on dit qu'ils sont de *mauvais greffons*. La dessiccation qui présente parfois au cours de la croissance la forme *Folletage*, se produit surtout à la fin de l'été, affecte une partie ou la totalité du feuillage, et entraîne la mort de la plante au cours de l'hiver : cet accident est appelé *Thyllose*. Il est accompagné en effet, parfois, d'une production abondante de thylles sur le greffon au voisinage de la soudure, mais ce qu'on connaît du déterminisme général de la formation des thylles, et des conditions dans lesquelles elles apparaissent dans ce cas particulier, permet de ne pas les considérer comme la cause même du phénomène, mais comme sa conséquence éventuelle.

La sensibilité des hybrides à la dessiccation est liée à l'intervention de *V. Lincecumii* (Munson), *V. Aestivalis* (Michx) dans les croisements: *V. Lincecumii* (Munson) est atteint de thyllose lorsque son porte-greffe est le *Riparia*; du moins, en est-il ainsi à l'école de Montpellier.

Beaucoup d'auteurs rattachent cet accident au déséquilibre créé relativement à l'absorption de l'eau dans le sol par certains porte-greffes, par les exigences particulières du greffon *V. Aestivalis* (Michx). Il faut admettre, en conséquence, que les exigences des hybrides, mauvais greffons, sont excessives. Les recherches effectuées dans cette voie n'ont pas donné des résultats très démonstratifs et la question demeure à peu près entière.

Tout conduit cependant à considérer la folletage, le grillage, la roussure et la thyllose comme des phénomènes peu complexes liés à la circulation, à l'absorption et à l'utilisation de l'eau dans la plante; il est indéniable que les conséquences du greffage, sont à cet égard considérables.

b. *Alimentation minérale des vignes greffées.* — L'alimentation minérale du greffon d'une plante donnée est assurée, grâce à la greffe, par le système radiculaire d'une autre plante, parfois génétiquement très différente.

Sans exagérer la spécificité de l'action sélective des racines de plantes différentes, on peut tenir pour admissible que *V. Vinifera* L. ne reçoit probablement pas en quantité et en qualité, les mêmes éléments minéraux lorsqu'il vit sur ses propres racines, et lorsqu'il est établi par le greffage sur *Riparia Gloire* de Montpellier par exemple.

Un déséquilibre entre les besoins du greffon et les possibilités d'absorption du sujet est concevable dès qu'on admet l'immutabilité des caractéristiques génétiques des plantes unies par le greffage.

Ces plantes sont toutefois assez voisines pour que leur assemblage ne fasse pas apparaître une disparité fonctionnelle trop accusée, et il n'existe que peu d'exemples des conséquences visibles d'un déséquilibre de cet ordre. Ce déséquilibre ne se traduit généralement pas par des effets de carence des aliments minéraux les plus communs, mais il peut en être parfois autrement.

Fer. — Le rôle du fer dans l'apparition des phénomènes de chlorose est classique, encore que plus ou moins bien connu. Il est des espèces de vignes [*V. Labrusca* (Lin);

V. Aestivalis (Michx)] — et leurs hybrides — qui jaunissent lorsqu'elles sont greffées sur *Rupestris du Lot*, tandis qu'aucune chlorose n'apparaît lorsqu'elles vivent sur leurs propres racines, et alors que le *Rupestris du Lot* non greffé ne jaunit pas dans le même milieu.

Cette chlorose de certaines vignes américaines greffées sur *Rupestris du Lot* est justiciable du fer apporté sur le feuillage en solutions à un titre convenable (L. Ravaz).

Les auteurs (L. Ravaz, H. Lagatu et L. Maume) admettent que le « sujet *Rupestris du Lot*, moins exigeant en fer, n'est pas adapté spécifiquement à une absorption capable de satisfaire les rameaux de *Labrusca* et de *de Lincecumii* » (169).

Cet accident singulier est, chez la vigne et à notre connaissance, le seul fait qui trahisse chez le greffon l'influence d'une alimentation minérale assurée par une autre plante.

Remarque. — Il peut être possible d'attribuer, au moins en partie, à un mécanisme analogue les difficultés rencontrées pour assurer la pérennité des assemblages intergénériques.

II. — Action sur le courant apical-basal.

Les mêmes actions qui s'exercent sur le courant vertical ascendant se répètent sur les échanges dans le sens apical-basal.

A ces échanges, la soudure oppose un obstacle dont nous avons décrit la nature. Il est facile de comprendre l'effet de cet obstacle sur les produits du travail des feuilles et sur les plus remarquables d'entre eux.

L'amidon a été ainsi recherché systématiquement par L. Ravaz et G. Gouirand (156) dans la tige des vignes greffées et non greffées. Les auteurs ont déterminé le rapport de la teneur en amidon dans la tige au-dessus du sol à la teneur en ce même élément dans la partie souterraine de la tige.

	RAPPORT $\frac{\text{haut}}{\text{bas}}$
Folle blanche non greffée	0,747
Folle blanche / Folle blanche	0,678
1202 C non greffé	0,688
Folle Blanche / 1202 C	0,608
Rupestris non greffé	0,976
Folle blanche / Rupestris	1,076
Riparia non greffé	0,705
Folle blanche / Riparia	1,131

Chez les vignes non greffées, il y a en général (sauf brunissure) moins d'amidon dans la partie aérienne que dans la partie souterraine. L'inverse se produit chez les vignes greffées, et de manière d'autant plus sensible que la différence entre le diamètre du greffon et celui du sujet est plus marquée.

L'effet de la greffe, dans ces conditions, est sensiblement de même ordre que celui que provoquent une incision annulaire et une ligature effectuées au même point. On admet qu'il crée un équilibre physiologique dans lequel interviennent, à un moindre titre comme parties prenantes, le système radiculaire et les organes vivaces souterrains. Les matières élaborées par le feuillage, ainsi que tous les produits de l'activité photosynthétique sont, pour leur plus grande partie, réservés aux organes situés au-dessus de la soudure et, par conséquent, aux fruits. Le fait est que les grappes coulent moins

dans ces conditions, lorsque le sujet possède un plus faible diamètre que le greffon et que cette différence, et l'action propre de la soudure — celle-ci d'autant plus évidente que celle-là est plus grande — s'opposent à la dénutrition des fleurs et des jeunes baies, dénutrition qui entraînerait leur chute.

L'explication est apparemment fort valable; disons qu'on l'admet généralement. On accorde moins de valeur à une prétendue action sur la qualité apparaissant dans les mêmes conditions, car elle est liée soit à une notable différence de diamètre entre sujet et greffon, soit à la présence de sujets à petits diamètres qui sont des sujets faibles. Les sujets faibles sont l'équivalent de sols médiocres; or on sait que, dans ces sols, la coulure est peu importante et la qualité élevée.

L'effet final est donc la résultante de plusieurs actions qui n'ont pas été suffisamment étudiées séparément.

III. — Affinité.

Ce terme a été en usage pour désigner l'harmonie qui régnait entre greffon et sujet, c'est-à-dire une entité qui ne pouvait être appréciée. Cette imprécision fait qu'on en a abusé; elle a conduit à considérer que les greffons et les sujets les plus vigoureux avaient finalement le plus d'affinité les uns pour les autres, puisqu'ils donnaient les assemblages les plus puissants.

Aujourd'hui, ce vocable est vide de sens en viticulture, et la confusion qu'il a toujours apportée dans les discussions, est un puissant motif pour en repousser l'emploi.

Lorsqu'un greffon et un sujet donnés ne peuvent vivre en commun, c'est pour des raisons souvent précises; mieux vaut alors énoncer clairement ces raisons, qu'avancer un mot dont la signification exacte n'a jamais été donnée et qui ne correspond apparemment à rien.

BIBLIOGRAPHIE.

155. Bareau. — Essai de greffe de la vigne sur l'Ampélosis. (*Bull. Soc. Cent. Agr.*, 1880, p. 438.)

156. Ravaz (L.) et Gouirand (G.). — Recherches sur l'affinité des vignes greffées. (*Rev. de Vit.*, 1894-1 p. 201 et 281 et 1894-2, p. 126 et 173.)

157. Jallabert (J.). — Étude sur l'affinité et le folletage. (*Rev. de Vit.*, 1898-1 et 1898-2.)

158. Ravaz (L.). — Sur les hybrides de Lincecumii : la thyllose. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1901-2, p. 693.)

159. Ravaz (L.). — Les effets de la greffe. (*7e cong. int. d'Agr.*, Rome, 1903, et *Prog. Agr. et Vit.*, 1903-1, p. 519.)

160. Zacharewicz (Ed). — Sur l'affinité de quelques greffons français avec le Rupestris du Lot en terrains calcaires. (*Rev. de Vit.*, 1906-1, p. 17.)

161. Chauzit (B.). — Le folletage du Jacquez greffé. (*Rev. de Vit.*, 1906-1, p. 673.)

162. Salomon (E. et R.). — Le muscat de Hambourg (in Viala et Vermorel *Ampélographie*, t. III, p. 105, Paris, 1902.)

163. Zamboray (B.) et M. Marraco. — Afinitad de cada una de las variedades vinifera de la provincia de Zaragoza con los porta-injertos de vid americana. Dados para su estudio. (*Cong. Nat. de Vit.*, Pamplona, 1914, p. 327.)

164. Ravaz (L.). — La thyllose. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1920-1, p. 254.)

165. Ravaz (L.). — Sur l'affinité. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1921-1, p. 157.)

166. Rives (L.). — Emploi du séro-diagnostic pour la détermination de l'affinité au greffage des hybrides de vigne. (*Rev. de Vit.*, 1923, p. 300.)

167. Muth (Fr.). — Wie kann die Prüfung der Amerikanerunterlagsreben auf Affinität und Adaptation gefordert werden. (*Wein und Rebe,* 1924.)

168. Rives (L.). — Recherches sur les dépérissements de certains hybrides greffés. (*Rev. de Vit.*, 1925-1.)

169. Ravaz (L.), Lagatu (H.) et Maune (L.). — Un cas spécial de chlorose des vignes américaines greffées. (*Ann. Ecole Nat. Agr. de Montpellier*, t. XIX, fasc. 3.)

170. Daniel (L.). — Sur la formation des thylles chez les plantes greffées. (*C. R. Ac. Sc.*, t. CLXXXVII, p. 58.)

171. Rives (L.). — Contribution à l'étude de l'affinité. (*Rev. de Vit.*, 1929-2.)
Nouvelle contribution à l'étude de l'affinité. (*Rev. de Vit.*, 1930.)

172. Rives (L.). — Recherches sur l'affinité du greffage. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1932-2.)

173. Iconomoff (St.) et Ivanoff (Ct.). — Expérience sur l'affinité. (*C. R. Stion de Rech. Vit. de Plev. pour 1929*, Pleven, 1933.)

174. Iconomoff (St.). — Izsledvania verchou afiniteta mejdou provajnite sortove lozi ou nas i po-raz prostranenite podlojki. Pleven, 1934.)

175. Rives (L.). — Affinité au greffage du Dattier de Beyrouth; 6.468 S. et 6.905 S., pour le 3.309 C. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1937-1.)

176. Rives (L.). — Les phénomènes de dessiccation chez certains hybrides greffés *in* Contribution à l'étude des hybrides de la vigne. Toulouse 1937.

---

c. Relations spécifiques.

L'importance des relations spécifiques entre les éléments de la greffe serait considérable si ces relations existaient. La question, soulevée en viticulture, à la fin du XIX^e^ siècle, a été le sujet de beaucoup de discussions et d'expériences.

Il n'est pas utile d'y revenir aujourd'hui, sinon pour rappeler les conclusions unanimement acceptées par les vignerons, et étayées par les expériences de L. Ravaz.

La greffe ne modifie en aucune manière le patrimoine héréditaire des deux individus qu'elle réunit, ceux-ci demeurent semblables à eux-mêmes, quelle que soit la durée de l'assemblage. Les vignes greffées des vignobles à vins fins peuvent donner aujourd'hui le même produit que les mêmes cépages non greffés pouvaient fournir autrefois; la résistance des vignes américaines au phylloxéra n'est pas non plus altérée par le greffage.

La greffe n'est pas une cause de variations spécifiques. — Les mutations n'apparaissent ni plus ni moins fréquemment sur les vignes greffées que sur celles qui ne le sont pas. La mutation, lorsqu'elle apparaît sur un des éléments de la greffe, n'est dirigée dans un sens déterminé par la nature spécifique de l'autre élément ni plus ni moins fréquemment que si le sujet et le greffon se développaient indépendamment.

Aujourd'hui, cette thèse n'est plus discutable en viticulture.

Chimères. — L'existence et l'obtention expérimentale de chimères ne sont pas douteuses au sein du règne végétal; le point de greffe peut aussi donner des mutants polyploïdes.

Chez la vigne, une tige procède nécessairement d'un bourgeon préexistant sur l'un ou sur l'autre des éléments de la greffe. Il n'existe pas et l'on ne conçoit pas l'existence de bourgeons mixtes ayant le caractère de chimères. Les rameaux et les racines nés près de la soudure présentent les caractères du greffon ou bien ceux du sujet, mais ils n'offrent jamais un mélange des deux.

Il n'y a donc pas de chimères chez la vigne, et le procédé expérimental qui permettrait d'en obtenir n'est pas connu.

BIBLIOGRAPHIE.

177. Pépin. — Influence du sujet sur les greffes d'arbres fruitiers. (*Rev. Hort.*, 1848.)

178. Carrière. — Influence du sujet sur le greffon. (*Rev. Hort.*, 1865.)

179. Briot. — De la greffe et du sujet (*Rev. Hort.*, 1867.)

180. Boisselot (A.). — Variation sur les vignes, soit par la greffe, soit par le semis. (*Rev. Hort.*, 1877.)

181. Lorge. — A propos de l'influence du sujet sur le greffon. (*Rev. Hort.*, 1899.)

182. Poubelle. — Influence du greffage des vignes françaises sur pieds américains. Carcassonne, 1900.

183. Daniel (L.). — La variation spécifique dans la greffe ou hydribation asexuelle. (*Cong. Vit. de Lyon*. t. II, p. 262-366, Lyon, 1900 [avec une bibliographie et une discussion].)

184. Joly. — Greffe qui produit un raisin curieux. (*Rev. Vit. de Franche-Comtée*, 1903.)

185. Ravaz (L.). — Les effets de la greffe. (*VII^e Cong. Int. d'Agr. de Rome*, t. I, p. 72 et in *Prog. Agr. et Vit.*, 1903-1, p. 495 et 514.)

186. — Sur les effets de la greffe. (Réponse à M. Daniel). (*Prog. Agr. et Vit.*, 1903-2, p. 438, 528 et 743 (et Sur les variations de la vigne greffée, (Montpellier, 1904.)

187. Daniel (L.). — Quelques mots sur la greffe. (*VII^e Cong. Int.d'Agr.*, Rome 1903, p. 827.)

188. Labergerie (F.). — Un cas de résistance au phylloxéra. (*Rev. de Vit.*, 1904-2, p. 109.)

189. Jurie (A.).— Variation par la greffe. (*L'Oenophile*, 1904, et *Cong. Int. d'Agr. de Rome*, 1903, p. 830).

190. Curtel (G.). — De l'influence de la greffe sur la composition du raisin. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1904.)

191. Castel (P.). — De l'amélioration des producteurs directs par la greffe. (*Cong. Agr. de Toulouse*. 1904.)

192. Salomon (R.). — Variation par le greffage. (*Rev. de Vit.*, 1905-2.)

193. Jurie (A.) et Curtel (G.). — De l'influence de la greffe sur la qualité du raisin et du vin et de son emploi à l'amélioration systématique des hybrides sexuels. (*C. R. Ac. Sc.*, 1906, p. 461; Critique *dans la Revue de Vit.*, 1906-1, p. 247.)

194. Daniel (L.). — La question phylloxérique, le greffage et la crise viticole. Bordeaux et Paris, 1908.

195. Seyot (P.). — Étude biométrique des pépins d'un *vitis vinifera* cultivé comparativement franc de pied et greffé. (*Rev. Bretonne de Bot.*, 1909.)

196. Baco (F.). — Étude expérimentale sur diverses greffes de vigne. (*Rev. bret. de bot.*, 1909.)

197. — Sur des variations des vignes greffées. (*C. R. Ac. Sc.*, 1909, 15 février, p. 429-431. Résumé par un auteur anonyme sous le titre : *Les variations des vignes greffées. Prog. Agr. et Vit.*, 1909-1, p. 734.)

198. Daniel (L.). — Influence de la greffe sur quelque plantes annuelles et vivaces par leurs rhizomes. (*C. R. Ac. Sc.*, 1909, 15 févr., p. 431-433.)

199. Baco (F.). — Culture directe et greffage de la vigne. (*Rev. Bret. de Bot.*, 1911.)

200. Winkler (H.). — Die chimärenforschung. *Würzburg*, 1914.)

201. — Ueber die Nachkommenschaft der Solanum Propfbastarde und die chromosomenzahlen. (*Zschr. f. Bot.* 8, p. 417-531, 1916.)

202. Baco (F.). — Variation d'un hybride sexuel par sa greffe sur l'un de ses producteurs. (*C. R. Ac. Sc.*, 1917.)

203. Rivière (G.). — Influence du sujet porte-greffe sur le greffon. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1920-1, p. 188.)

204. Ravaz (L.). — De l'influence spécifique réciproque du sujet et du greffon. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1931-1932 et *Cong. Int. d'Hort.*, Londres, 1930.)

205. Hatton (M.-A.). — The relationship between scion and rootstock with special reference to tree-fruits. Londres, 1930.

206. Sansome (F.-W.). — Graft hybrids and induction of polyploïds in Solanum. (*C. R. Cong. Int. Hort.*, Londres, 1930.)

207. Swarbrick (T.). — Rootstock and Scion Relationship. Long Asthon, Bristol, 1930.

208. Vyvyan (M.-C.). — The effect of Scion on Root. (*East Malling*, F. II, 1930.)

209. Daniel (L.). — Étude sur la greffe. Rennes, 1927, 1929 et 1930.

210. Filewicz (W.). — Influence du sujet sur le greffon. (*X^e Cong. int. d'Hort.*, Paris, 1930.)

211. Tukey (H.-B.) et Brase (K.-D.). — Influence of the scion and of intermediate stem-piece upon the character and development of roots of young apple trees. (*N. Y. Agr. exp. Sta. Techn.*, Bull. n° 218, 1933.)

212. Boeuf (F.). — Les bases scientifiques de l'amélioration des plantes. Paris 1936, p. 421.

Conclusion.

Les relations du greffon et du sujet sont de nature anatomique et physiologique. Il n'en existe pas d'autre sorte.

Dans ces conditions, *l'action du sujet sur le greffon* est identique à celle du sol. Les sujets vigoureux communiquent leur puissance aux greffons qu'ils portent, et cette particularité a enrichi les techniques viticoles de possibilités culturales nouvelles.

L'action du greffon sur le sujet est probable, mais elle n'a pas été expérimentalement déterminée chez la vigne. La croissance d'un sujet doit cependant être liée dans une certaine mesure à la vigueur inégale de différents greffons avec lesquels on le contraint à vivre. C'est sans doute sur le développement du système radiculaire et sur celui de la tige que cet effet doit être le plus sensible.

C. Rôle cultural du porte-greffe.

Le porte-greffe est un élément de la culture de la vigne dont l'introduction est relativement récente, et dont l'emploi a, dès le début, suscité des craintes variées quant aux répercussions regrettables qui pouvaient en résulter. Aujourd'hui encore, alors que ces craintes s'avèrent excessives, et qu'il est certain que la culture des vignes greffées permet d'obtenir des produits identiques à ceux que donnait l'ancien vignoble, le rôle cultural des porte-greffes est insuffisamment connu pour que des erreurs d'attribution subsistent, et que le vigneron ne tire point tout le parti voulu des possibilités nouvelles que lui apporte le greffage.

De nombreux auteurs se sont préoccupés de l'action éventuelle du greffage sur la qualité des produits de la vigne. Aucune influence spécifique réciproque n'ayant pu être saisie (143) et cette influence étant niée par le plus grand nombre, les variations observées dans l'équilibre végétatif à la suite du greffage ont été plus ou moins bien interprétées.

Dès l'abord, l'action systématiquement nuisible du porte-greffe sur la qualité des produits a été écartée, et si l'on a constaté, après la reconstitution, une baisse dans le degré alcoolique des vins, c'est que les vignerons, impatients de rentrer dans les avances faites à leur terre, ont allongé exagérément la taille. Telle est du moins l'opinion de Ch. Bacon (223) à laquelle d'autres auteurs apportent une confirmation partielle.

Avec L. Ravaz, la question se trouve posée rationnellement et dans son ensemble. Pour l'auteur, c'est la puissance du sujet qui amène des développements différents des greffons portés par plusieurs variétés de porte-greffes (216). Le greffon est influencé par le sujet comme il le serait par le sol, et cette influence permet de corriger les défauts du greffon et du sol.

Le choix du sujet le plus convenable à une situation donnée est cependant déterminé encore par des raisons peu précises : la nature du sol en demeure l'élément principal, alors qu'elle n'agit que sur l'adaptation, tandis que la puissance de chaque sujet est véritablement la variable nouvelle, introduite parmi les techniques viticoles. Sans doute, les difficultés considérables rencontrées à l'origine, au cours de la culture de certaines vignes américaines dans certaines terres, sont-elles la cause de l'importance excessive attribuée au sol. Toutefois, la disparition de ces difficultés paraît favoriser dorénavant l'interprétation logique des faits, et faire de la puissance particulière des sujets la base de leur choix.

Il est nécessaire de connaître les éléments de l'équilibre végétatif chez la vigne avant de rechercher le mode d'action du porte-greffe sur ces éléments.

Caractéristiques rationnelles de l'équilibre végétatif chez la vigne.

Notion de capacité végétative. — Nous avons montré ailleurs que le milieu, défini exactement par ses constantes naturelles (climat et sol) et ses constantes viticoles (espacement, porte-greffe), imprimait à une plante arbustive et donc à un pied de vigne une *capacité végétative* déterminée.

Dans différents milieux, M_1, M_2, M_3..., M_n, les capacités végétatives respectives, K_1, K_2, K_3..., K_n, sont d'autant plus élevées que les constantes de ces milieux prennent des valeurs plus favorables à la vigne.

K est une valeur virtuelle d'un caractère durable qui s'exprime annuellement dans une *expression végétative* (Ev.) déterminée pour un K déterminé. La relation de ces deux éléments est une égalité. $K = Ev.$ (1).

Si K n'est pas mesurable, Ev. prend des valeurs qui peuvent être appréciées. L'expression végétative Ev. est, en effet, considérée par nous comme la somme de trois variables culturales par quoi s'exprime réellement et visiblement l'activité végétative d'un individu au cours d'une année donnée.

a : poids, en kilogrammes, de la vendange par souche. — *b* : poids, en kilogrammes, des sarments aoûtés récoltés à la taille effectuée pendant le repos de la végétation (en décembre). — *c* : degré alcoolique du vin fait, calculé à partir de mesures densimétriques ou réfractométriques effectuées sur le moût. — Ev. est la somme de ces trois variables culturales, mais leur sommation n'est possible que par l'adoption de *coefficients variétaux d'expression végétative* R, S et D appliqués respectivement aux trois variables culturables; R, S, D sont des éléments constants particuliers à chaque cépage et donc indépendants du milieu et des opérations culturales. Ils traduisent la plus ou moins grande part de la capacité végétative K qu'un cépage donné utilise pour faire 1 unité d'*a*, 1 unité de *b*, 1 unité de *c*. On peut donc écrire que, dans un même milieu et pour un même cépage.

$$\begin{aligned} Ev_1 &= Ra_1 + Sb_1 + Dc_1 \\ &= Ra_2 + Sb_2 + Dc_2 \\ &= Ra_n + Sb_n + Dc_n. \end{aligned}$$

Exemple : Valeurs de R, S, D.

Pour l'Aramon : R = 8, I — S = 50, D = 5 ; $Ev = 8{,}1\,a + 50\,b + 5\,c$,

Pour le Grenache : R = 11, S = 40, D = 4 ; $Ev = 11\,a + 40\,b + 4\,c$.

a, b, c ne sont pas des variables indépendantes: elles sont liées par des *relations d'équilibre* telles que toute variation de l'une d'elles entraîne une variation prévisible des deux autres. Nous étudions plus loin ces relations.

Pertes. — La transformation de la capacité végétative K en expression végétative Ev. ne va pas sans qu'une partie des possibilités K ne soit perdue. Une partie p_1 est employée à vaincre la résistance qu'opposent à la circulation de l'eau dans les tiges, des racines à la couronne, la longueur de ces tiges et les plaies de taille qu'elles portent inévita-

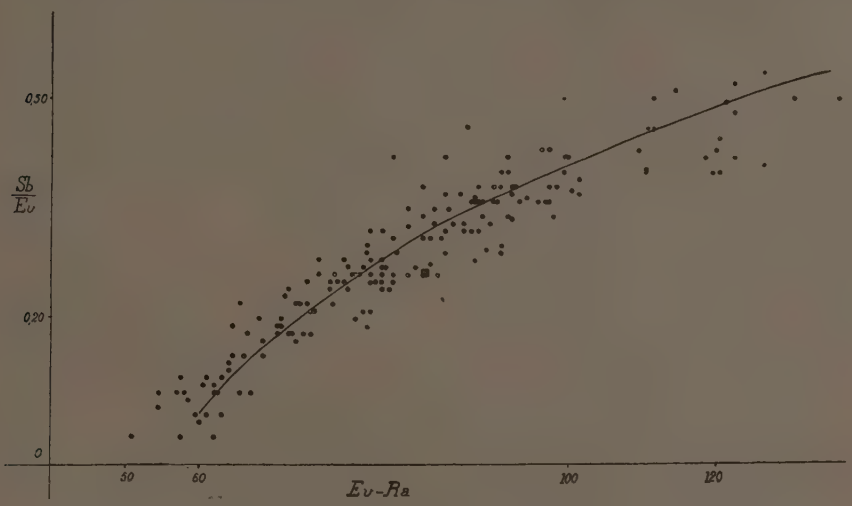


Fig. 18. — Variation de l'*indice de vigueur* $\frac{Sb}{Ev}$ en fonction de Ev — Ra (Aramon).
La courbe est calculée et les points représentent les valeurs observées.

blement. L'allongement des tiges et l'augmentation des pertes qui en résultent, sont recherchés par les vignerons pour diminuer Ev pour un K donné, et obtenir ainsi une qualité éventuelle plus élevée.

Une autre partie p_2 est employée à vaincre les résistances offertes par les organes (bourgeons) mal disposés à se développer. Chez les vignes non taillées, p_2 est nul, car les bourgeons les mieux placés se développent seuls, et ils sont suffisamment nombreux; p_2 croît avec la sévérité de la taille au fur et à mesure que le nombre des bourgeons conservés, soit la charge x, décroît.

On a donc finalement : p (pertes totales) $= p_1 + p_2$.

Et, dans la relation générale : $K = Ev + p$.

p_2 croît lorsque la charge x s'accroît, parce que l'allongement des tiges devient plus rapide; dans ces conditions, p_1 décroît. Pour une certaine charge, dite *charge optimum*, les pertes p sont les plus faibles. La charge optimum, particulière à chaque K, et pour chaque K à chacun des types de charpente, assure la meilleure utilisation de la capacité végétative.

Fluctuations annuelles. — Les facteurs climatiques (chaleur, lumière, etc.) ne sont pas constants dans une station donnée, mais soumis à des variations annuelles imprévisibles qui font que l'expression végétative n'est pas constante dans le temps.

On doit donc écrire :

$$K = \alpha_1 Ev.$$

α_1, dans nos observations s'est trouvé, jusqu'ici, voisin de 1 et ses variations sont données par $\alpha_1 = 1 \pm 0,1$. Pour l'année 1938, exceptionnellement sèche et peu favorable, α_1 a atteint 0,85. Les fluctuations annuelles du volume de la récolte sont beaucoup plus importantes.

Relations d'équilibre. — Les variables culturales a, b, c sont unies par des relations d'équilibre.

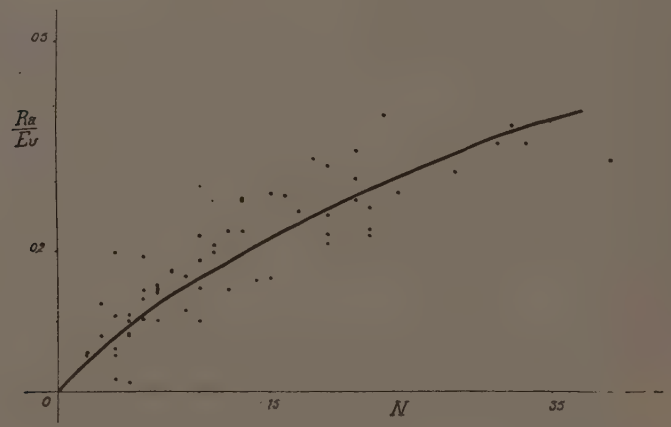


Fig. 19. — Variation du rapport $\frac{Ra}{Ev}$ en fonction de N, nombre de grappes par souche. La courbe est calculée et les points représentent les valeurs observées.

1. *Indice de vigueur* $\frac{Sb}{Ev}$.

La vigueur d'un individu n'est définie exactement ni par la longueur des rameaux ou sarments qui, pour des souches semblables, dépend du nombre de ces organes, ni par le poids des sarments supprimés à la taille qui est directement fonction du K, mais par le rapport $\frac{Sb}{Ev}$ qui exprime la part de la capacité végétative totale utilisée à l'édification de nouveaux tissus et de nouveaux organes.

L'expérience montre que $\frac{Sb}{Ev} = f\,(Ev\text{-}Ra)$ ce qui est biologiquement concevable et explicable, et que cette relation est précisée par l'équation empirique suivante (fig. 18) :

$$\frac{Sb}{Ev} = \beta \log. [(Ev - Ra) - \beta'] - \beta''.$$

soit, pour l'Aramon :

$$\frac{50\,b}{Ev} = 0,8 \log. (Ev - 8,1a - 0,30) - 1,10.$$

Nous répétons que cette relation a un caractère empirique.

2. *Indice de production* $\frac{Ra}{Ev}$.

La part des possibilités totales absorbées par la récolte en raisins (a) est fonction du nombre N de grappes par souche, et la relation à caractère empirique qui réunit ces deux valeurs Ra et N est la suivante (fig. 19) :

$$\frac{Ra}{Ev} = \zeta \log. (N + \zeta') - \zeta'';$$

soit, pour l'Aramon :

$$\frac{8,1\ a}{Ev} = 0,7 \log. (N + 14,2) - 0,8.$$

Or, le nombre N de grappes par souche est lié aux variations des éléments suivants :

Nombre d'yeux laissés à la taille = charge x;

Fertilité moyenne des bourgeons conservés qui varie en fonction de la place des yeux sur le sarment et, pour des yeux de même rang et, par conséquent, identiquement placés, suivant les années, en fonction de la sortie ou naissance des grappes dont il est dit couramment qu'elle est bonne ou mauvaise. Les grappes existant préformées dans les bourgeons au moment où la taille est effectuée et se formant au cours du cycle végétatif précédent, l'expérience nous a conduit à admettre que la sortie $\frac{N \text{ grappes}}{n \text{ yeux}}$ d'une année donnée A est fonction de l'indice de vigueur $\frac{Sb}{Ev}$ de l'année précédente A-I. Nous n'avons pu établir que le sens de la variation : elle paraît être telle que $\frac{N}{x}$ croisse lorsque $\frac{Sb}{Ev}$ croît.*

Il n'en est pas moins certain que le vigneron peut modifier x à son gré, donner à N une valeur approximativement connue à l'avance et déterminer finalement $\frac{Ra}{Ev}$ et donc $\frac{Sb}{Ev}$ au cours d'une année donnée.

3. *Déterminisme rationnel de la qualité.*

La qualité c est déterminée par la relation suivante (fig. 20) :

$$c = Co\, e^{-\left(n\frac{Sb}{Ev}\right)^2 - \left(n'\frac{Ra}{Sb}\right)^2}$$

c, qualité cherchée;

Co, qualité la plus élevée qu'il est possible d'obtenir lorsque tous les facteurs sont à l'optimum.

Ev, R, S, D, a, b, c, éléments de l'équilibre végétatif; n, n', coefficients spécifiques constants qui, pour l'Aramon, prennent les valeurs suivantes :

$$n = 0,84 \text{ et } n' = 0,30.$$

Cette relation complexe résulte du jeu des simples éléments ci-dessous.

(*) Cette relation a été vérifiée par une observation effectuée en 1939 par un grand nombre de viticulteurs et par nous-mêmes. Les vignes gelées en 1938, au printemps, n'ont pas produit ou peu produit. $\frac{Sb}{Ev}$ a été grand : la sortie en 1939 est beaucoup plus considérable que chez les vignes non gelées en 1938 qui ont produit et chez lesquelles $\frac{Sb}{Ev}$ était plus faible.

La récolte *a* est un élément important. Lorsque *a* croît, les produits du travail des feuilles sont répartis dans une masse plus grande, et la teneur relative du moût en sucre diminue.

Inversement, lorsque la surface verte croît, *a* et le milieu demeurant constants, la surface qui assimile augmente, les produits de l'activité photosynthétique sont plus importants, et la qualité *c* croît. Or, les variations de la surface verte sont traduites par celles du *poids des sarments b*.

Lorsque *a* et *b* sont constants, la qualité *c* varie en fonction de *la durée de la période de maturation* qui sépare le moment *t* où la croissance s'arrête (juillet-août) du moment V de la récolte. Le moment V est déterminé par le vigneron; le moment *t* est fonction de l'équilibre végétatif et, plus précisément de l'indice de vigueur $\frac{Sb}{Ev}$. Quand $\frac{Sb}{Ev}$ est grand,

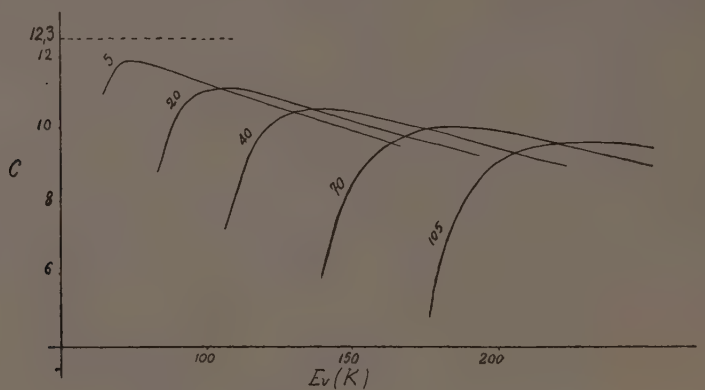


Fig. 20. — Variation de *c* en fonction de Ev (ou K) pour des Ra différents (5, 20, 40, 70, 105) chez l'Aramon.

la croissance est tardive et les produits de l'assimilation servent à l'édification de nouveaux tissus et ne se transportent pas dans les grappes.

Bien entendu, les conditions climatiques dans lesquelles se déroule cette période, *t*-V, interviennent pour la rendre plus ou moins efficace.

Cette relation générale est précise et en excellente corrélation avec les résultats expérimentaux.

Influence d'une récolte sur celle qui la suit. — L'expérience permet de constater que :

$$K = \alpha^1, \alpha^2\ Ev + p.$$

Le coefficient α^2, s'appliquant à l'expression végétative du K d'une année donnée, est déterminé par les conditions dans lesquelles s'est déroulé le cycle végétatif de l'année précédente.

α^2 est fonction du rapport $\frac{Sb}{Ev}$ de l'année précédente. Lorsque $\frac{Sb}{Ev}$ croît α^2 s'élève et cela tient à ce que l'accroissement radial des organes vivaces (tige, bras) est d'autant plus grand que $\frac{Sb}{Ev}$ est grand et que cette particularité agit sur l'alimentation en eau de la couronne. Cette alimentation, mieux assurée quand $\frac{Sb}{Ev}$ est grand, retentit sur la croissance et donc sur l'Ev suivante.

Notion de vocation viticole. — En imprimant aux vignes une capacité végétative déterminée, le milieu répond à une vocation viticole précise. Les figures 20 et 21 montrent que la qualité maximum susceptible d'être atteinte dans un milieu donné, diminue au fur et à mesure que la capacité végétative augmente, quelle que soit par ailleurs l'importance du rendement. L'obtention de vins de qualité élevée n'est donc possible que dans les situations où la capacité végétative est réduite (milieu aride); inversement, l'obtention de récoltes importantes ne s'accommode pas de ces faibles possibilités avec lesquelles l'élévation du rendement se traduit par une diminution considérable et d'ailleurs nuisible, de la qualité; elle exige un K élevé, seul capable de satisfaire aux nécessités d'une production importante.

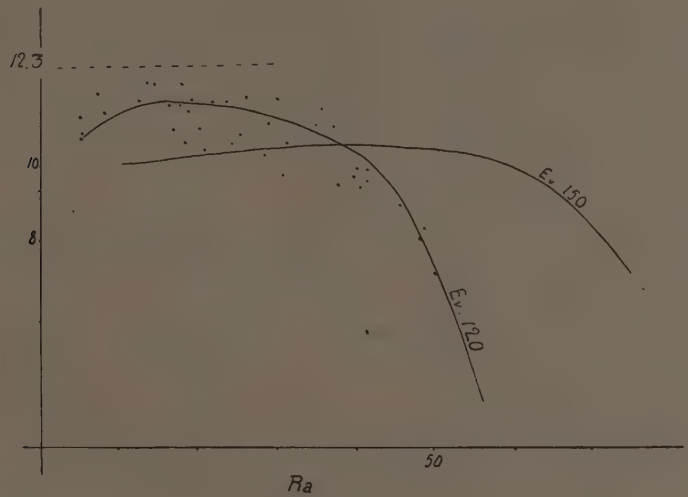


Fig. 21. — Variation de C en fonction de Ra pour deux valeurs de Ev (120 et 150).
Les courbes sont calculées et les points représentent les valeurs observées de c pour Ev = 120.

Action du porte-greffe sur l'équilibre végétatif.

Le sujet agit sur la capacité végétative comme le sol, mais son action est moins complexe. Dans un même milieu, un même greffon donne une expression végétative différente lorsqu'il est établi sur des sujets différents.

EXEMPLE.		VALEUR DE EV. (1938).
Riparia Gloire de Montpellier	(15 ans)	70
Rupestris du Lot	(10 ans)	123
110 R. (Berlandieri Rupestris)	(10 ans)	137
420 A. (Berlandieri-Riparia)	(10 ans)	103
93-5 C. (Vinifera-Rupestris)	(10 ans)	91
41 B. (Vinifera-Berlandieri)	(10 ans)	113
3309 C. (Riparia-Rupestris)	(10 ans)	120

L'expérimentation a pour objet de rechercher, dans un milieu donné, le porte-greffe qui donne l'expression végétative voulue.

Une opinion répandue attribue aux sujets certaines aptitudes propres, chez les uns à favoriser la fructification, chez d'autres la croissance, chez d'autres la qualité et chez d'autres encore à provoquer l'apparition d'accidents tels que la coulure. Cette opinion n'est pas justifiée; les porte-greffes exercent leur action sur l'ensemble de l'équilibre végétatif, mais ils ne peuvent modifier les rapports mutuels des éléments de cet équilibre, et, en cela, leur action s'exerce comme celle du sol.

Comme les sols, et parce qu'ils modifient la valeur de la capacité végétative, les porte-greffes ont une vocation viticole déterminée.

Vocation des porte-greffes.

Les conditions du milieu (climat, sol) sont telles qu'elles imposent une orientation culturale déterminée; *dans les milieux à faibles possibilités* (K faible) les productions

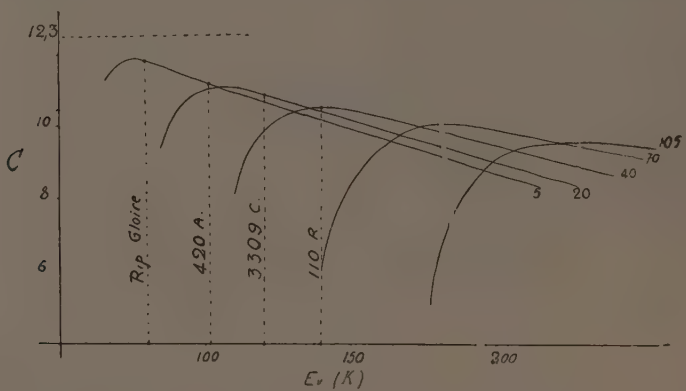


Fig. 22. — Vocation viticole des porte-greffes. (Cf. fig. 20.)

importantes sont inaccessibles, et la recherche d'une qualité élevée demeure le seul moyen d'obtenir un revenu brut important.

La qualité des vins est faite d'un heureux équilibre entre leurs constituants élémentaires; elle est indéfinissable autrement que par la sensation du dégustateur et les variations d'un des éléments du vin ne peuvent fournir l'image fidèle de la qualité.

La teneur en alcool en est cependant l'élément principal : si tous les vins très alcooliques ne sont pas des vins de qualité, et peuvent parfois être communs ou grossiers, les vins de classe ne sont jamais des vins pauvres en alcool. On ne commet donc pas une grande erreur en admettant l'homologie des fluctuations de la richesse alcoolique des vins et de leur qualité, en donnant à ce dernier terme son sens le plus général. Au reste, la qualité des vins produits par un cépage fin ou par un ensemble de cépages fins, est d'autant plus élevée que la teneur en alcool est elle-même plus grande.

La recherche d'une qualité élevée s'oppose à l'adoption de toutes les pratiques qui ont pour conséquence un accroissement de la capacité végétative. Lorsqu'il s'agit donc de produire des vins fins, de ceux dont la qualité exceptionnelle justifie les hauts prix et motive une appellation d'origine, il convient de repousser ces pratiques et de ranger au nombre de celles qui sont nuisibles l'adoption d'un porte-greffe trop puissant. La figure 22 donne les variations de la qualité C, en fonction de l'expression végétative Ev,

et donc de la puissance des sujets puisque cette puissance est un élément de Ev, pour des valeurs croissantes de Ra, et avec l'Aramon. Les porte-greffes peu puissants permettent l'obtention d'une qualité élevée à laquelle ne peuvent accéder les sujets puissants.

Dans les situations viticoles dont la vocation est *la production de vins de qualité, le choix du porte-greffe s'exerce sur les sujets les plus faibles.* Il n'est cependant pas indiqué de s'adresser aux plus faibles de tous les sujets pas plus qu'il n'est recommandable d'établir le vignoble sur des terres tout à fait infertiles : il convient de retenir *le sujet qui se montre le plus vigoureux parmi les plus faibles dans un milieu donné.*

Cette indication n'est pas une vue de l'esprit. Parmi les nombreux individus de *Riparia* introduits en France, pour la reconstitution, un grand nombre, cependant multipliés plus ou moins, ont disparu; c'est le cas du *Riparia duc de Palban,* du *R. Violet de Lautrec,* du *R. à sarments violets,* du *R. Martin des Paillères,* etc. Quelques variétés se maintiennent péniblement comme le *Riparia Grand Glabre,* mais celle qui est universellement adoptée, le *Riparia Gloire de Montpellier* s'est répandue uniquement à cause de sa vigueur supérieure à celle des autres individus de l'espèce. Et ce fait justifie notre point de vue.

Dans les situations viticoles dont la vocation est *la production de vins ordinaires,* les nécessités sont très différentes; la production abondante est ici l'élément principal du revenu, et elle doit être obtenue sans une diminution excessive de la qualité se traduisant par des effets de surproduction; elle est, certes, incompatible avec le maintien d'une qualité élevée, et la possibilité d'une qualité exceptionnelle, mais une qualité ordinaire est suffisante.

Dans ces conditions, la figure 21 qui montre les variations de la qualité *c* en fonction de la production *a* pour deux valeurs de Ev avec l'Aramon, greffé sur deux sujets différant par leur puissance, indique avec précision que les rendements élevés ne peuvent être obtenus qu'avec des porte-greffes puissants. Dans ces situations, il convient donc d'adopter constamment le porte-greffe le « mieux adapté », soit le plus puissant dans ce milieu.

La production des vins destinés à la distillation, et l'obtention *d'eaux-de-vie de qualité* tiennent compte des mêmes nécessités, car la qualité du produit final, l'eau-de-vie, paraît aller de pair avec l'abondance du produit intermédiaire, le vin. Le sujet le plus puissant est le mieux indiqué dans ces conditions pourvu que cette puissance même ne soit pas un obstacle à l'aoûtement des organes vivaces, difficile à obtenir lorsque K s'élève, et que, par voie de conséquence, $\frac{Sb}{K\,(Ev)}$ grandit.

La *production des raisins de table,* satisfait comme celle des vins à l'une ou à l'autre des deux nécessités suivantes : ou bien le producteur recherche des raisins précoces ou de très bel aspect et très sucrés, aux dépens du volume de la production; ou bien il recherche des fruits courants qu'il veut obtenir en abondance. Le choix du porte-greffe n'est pas effectué de la même manière dans l'un et l'autre cas.

BIBLIOGRAPHIE.

213. Ravaz (L.). — Choix des porte-greffes. (*Rev. de Vit.,* 1896.)

214. — Sur la qualité du vin des vignes greffées. (*Rev. de Vit.,* 1898-2, p. 390.)

215. Gervais (P.). — La durée des vignobles reconstitués en vignes américaines. (*Rev. de Vit.,* 1898.)

216. Ravaz (L.). — Les effets de la greffe. (*VII^e cong. int. Agr. de Rome,* 1903.)

217. Paulsen (F.). — Influence des greffages sur les produits des vignes greffées. (*Cong. Int. Vit., Angers,* 1907, et *Prog. Agr. et Vit.,* 1908.)

218. Kisinski (V.). — Le greffage et la qualité des vins en Hongrie. (*Cong. Anvers,* 1907.)

219. Capus (J.). — L'influence du greffage sur la qualité des vins. (*Prog. Agr. et Vit.,* 1907-2, p. 315, 345 et 383. *Rev. de Vit.,* 1907-2, p. 237, 257, 291, 373, 400, 435 et 481. *Der Influss der Veredlung auf die Qualität der Weine,* Mainz, 1908.)

220. Dreux-Brezé (De). — Du greffage et de la qualité des vins en Anjou. (*Prog. Agr. et Vit.,* 1907-2, p. 524.)

221. Bord (G.). — Le greffage et la qualité des vins, vins blancs du Bordelais. (*Prog. Agr. et Vit.,* 1907.)

222. Guillon (J.-M.) et Verneuil (V.).— Le greffage et la qualité des eaux de vie de Cognac. (*Rev. de Vit.,* 1908.)

223. Bacon (Ch.). — Le greffage et la qualité des vins en Anjou. (*Rev. de Vit.,* 1908.)

223. Verdie (H.). — Influence de la greffe sur la qualité du vin. (*Cong. Vit. de Montpellier,* 1911.)

225. Couderc (G.). — De la durée des vignes greffées et des moyens de la prolonger. (*Cong. Vit. de Montpellier,* 1911.)

226. Faes (H.). — Les porte-greffes dans les vignobles suisses. (*Cong. Vit. de Montpellier,* 1911.)

227. Ravaz (L.). — Comment varie la production des vignes greffées avec l'âge? (*Prog. Agr. et Vit.,* 1913-1, p. 257.)

228. Faes (H.) et Porchet (F.). — Étude de l'influence de divers porte-greffes sur la qualité et la quantité de la récolte. Sta. Viticole de Lausanne, 46 pages; Lausanne, 1914. (Résumé in *Bull. Rens. Agr. de Rome,* 1914, p. 1234.)

229. Wortmann (J.). — Ueber die Qualität der von veredelten Reben gewonnenen Weine. (*Wein und-Rebe,* 1920.)

230. Ravaz (L.). — Sur l'affinité. (*Prog. Agr. et Vit.,* 1921-1, p. 157.)

231. Faes (H.), Tonduz (P.) et Piguet (P.). — Étude sur l'influence de divers porte-greffes sur la qualité et la quantité de récolte. (*Ann. Agr. de la Suisse,* 1925, p. 73-130.)

232. Rives (L.). — A propos des meilleurs porte-greffes pour producteurs-directs. (*Prog. Agr. et Vit.,* 1926-1, p. 134.)

233. Aubriot (A.). — Le rendement des vignes greffées à la Station de Recherches Viticoles de Laquenexy. (*Journ. Agr. Alsace Lorraine,* 1926.)

234. Bonnet (A.). — Sur les meilleurs porte-greffes des producteurs directs. (*Prog. Agr. et Vit.,* 1928.)

235. Hatton (R.-G.). — The development of a research programme around the «build-up» of a fruit plant. *Cong. int. Hort.,* Londres, 1930.)

236. Faes (H.), Benvegnin (L.), Staehlin (M.) et Piguet (G.). — Étude de l'influence de divers porte-greffe sur la quantité et la qualité de la récolte. (*Ann. Agr. de la Suisse,* 1930, p. 353-397.)

237. Vivet (E.). — Les porte-greffes des cépages à raisins de table. Alger s. d.

238. Branas (J.) et Bernon (G.). — Contribution à l'étude des équilibres végétatifs chez la vigne. (*C. R. Ac. d'Agr.,* t. XXIII, 1937, p. 322.)

239. — Sur un nouvel aspect des rapports d'équilibre végétatif chez la vigne. (*C. R. Ac. d'Agr.,* t. XXIII. 1937, p. 560.)

240. — Analyse rationnelle des conditions générales de la production des vignobles. (*Ann. Ec. Nat. d'Agr. de Montpellier,* t. XXIV, 4, 1937.)

241. Branas (J.), Bernon (G.) et Levadoux (L.). — Sur le déterminisme rationnel de la qualité des produits de la vigne. (*Ann. Ec. Nat. d'Agr. de Montpellier,* t. XXV, 2, p. 103-122, 1938.)

Production des porte-greffes.

Le bois des vignes porte-greffe est obtenu dans des vignobles spéciaux dits *vignes-mères* ou *pieds-mères* dont le produit brut est donc le bois de bouturage et de greffage; ces bois sont débités en *boutures greffables* et *boutures à planter* qui deviennent, après un séjour en pépinière, avec ou sans un greffage préalable, des *greffés-soudés* ou des *plants racinés*. Cette production occupe, en France et en Afrique française du Nord, de nombreux viticulteurs-pépiniéristes.

Origine des porte-greffes.

Les sujets utilisés, comme ceux qui n'ont pas été retenus par la pratique, ont une graine pour origine. Le semis a fréquemment été réalisé par l'homme avec ou sans hybridation préalable, mais il a été aussi, et surtout au début de la reconstitution, un phénomène exclusivement naturel qui s'est le plus souvent déroulé aux États-Unis d'Amérique même. L'origine des porte-greffes connus aujourd'hui est donc, en fait, assez variée; elle n'a eu cependant aucune influence sur leur plus ou moins grande utilisation pratique encore que la diffusion des obtentions des hybrideurs ait été parfois aidée par une propagande sans rapport avec leur valeur culturale.

Les plants de semis observés dans la nature ou obtenus par les hybrideurs, ont été ensuite multipliés végétativement par bouturage, marcottage et greffage. Chacun d'eux a d'abord donné un clone de plus en plus important et dont tous les éléments étaient génétiquement semblables et présentaient les mêmes aptitudes et la même valeur culturale. La viticulture est donc mieux nantie que la plupart des cultures arbustives en ce sens que le choix du sujet s'exerçant sur des fragments d'individus aux propriétés constantes et non pas sur des « francs » ou des « semis » résultant de combinaisons héréditaires variées et imprévisibles, elle est à même d'assurer la pérennité des aptitudes voulues. Cette conjoncture permet aussi de procéder à une expérimentation raisonnable en opérant sur le même porte-greffe ce qui ne peut être réalisé avec des plantes qui constituent autant de génotypes différents et forment, de ce chef, un matériel expérimental difficilement utilisable.

Bien entendu, l'homogénéité des clones a été troublée par des formes mutantes, mais il ne semble pas, aucune n'ayant pu être isolée, que ces variations aient jamais offert une importance assez notable pour éveiller l'attention des utilisateurs.

La multiplication d'un plant obtenu de semis jusqu'au moment où le clone résultant est à même de produire suffisamment de bois pour justifier ou même permettre un essai, est une opération de longue durée; c'est la raison qui entraîna, dès le début de la reconstitution, les viticulteurs français à l'importation, par bateaux entiers, de bois cueillis dans la sylve américaine comme ce fut le cas du *Vitis Riparia* (Michx), dont il existe en France 62 clones que le Court-noué condamne irrémédiablement à la disparition. Par contre, les nécessités les plus urgentes étant satisfaites, la reconstitution s'est poursuivie non plus avec les bois directement importés d'Amérique, mais grâce aux cépages obtenus de semis et multipliés ensuite végétativement.

La première phase de cette multiplication est la création d'une vigne à bois.

Création des vignes-mères.

Les vignes destinées à produire les « bois » de greffage et de bouturage sont des *vignes à bois*, des *vignes-mères*, des *pieds-mères*.

1° Choix du milieu. — Leur établissement n'est possible que sous un *climat* déterminé à période favorable suffisamment longue; le rapport de la durée de cette période favorable aux exigences héliothermiques de chaque sujet, conditionne étroitement les possibilités culturales. Dans le Sud de la France, ces exigences spécifiques sont toujours satisfaites à basse altitude et cette préoccupation, si importante ailleurs, y devient négligeable. Il est, cependant, évident que la qualité des bois est accrue à bonne exposition et, d'une manière générale, dans les situations qui bénéficient pour une raison quelconque d'une chaleur plus importante. Cependant, quelques cépages sont exposées à souffrir de grillage et de grillure en milieu sec.

Le *sol* doit permettre la culture du cépage à multiplier, et ne pas présenter une teneur en toxique (Co^3Ca, NaCl) supérieure à celle que ce cépage peut supporter.

On tient en général, à ce qu'il soit fertile, profond et frais. Dans ces conditions, les plantes acquièrent un potentiel végétatif plus considérable, et donnent une plus grande quantité de bois qu'en terre maigre, sèche et superficielle; par contre, l'aoûtement y est moins complet, ce qui n'est qu'une très négligeable contingence sous les climats favorables et chauds où il est toujours suffisant; et cela tient autant à l'effet nuisible à cet égard d'un grand K, qu'à l'entassement du feuillage, inévitable et gênant pour son fonctionnement régulier. Peu de précisions sont d'ailleurs connues sur cette question.

Le sol doit être assaini avant la plantation, et débarrassé des germes de maladie qu'il pouvait contenir. La nature de la culture précédente est importante; s'il s'agit d'une vigne à fruits ou à bois, la reconstitution ne peut pas être immédiate, mais elle doit suivre une plus ou moins longue période de repos.

Ces précautions tendent à éviter l'apparition du Court-Noué (=*Reisigkrankheit*) dans la jeune plantation.

Nous avons montré comment cette maladie à virus était transmise par les phylloxeras radicicoles. Les insectes vecteurs du Court-Noué se maintiennent sur les racines demeurées dans le sol après un arrachage aussi longtemps que ces racines restent vivantes; ils les quittent lorsqu'elles meurent ou s'épuisent au profit des racines de la jeune plantation effectuée au même emplacement et lui communiquent la maladie. La disparition de vieilles racines inutiles s'effectue naturellement car leur vie annuelle entraînant l'épuisement de leurs réserves elles disparaissent dès que celui-ci est total, ce qui survient plus rapidement en sols légers et aérés qu'en sols compacts et humides, mais en exigeant, cependant, de cinq à huit et parfois dix ans. Cette disparition peut être hâtée par un défoncement profond, combiné avec l'enlèvement à la main des racines soulevées par le labour et, dans ces conditions, la durée du repos du sol est ramené à quatre et parfois trois ans. Fragmentées, en sol soulevé et aéré par le labour, les racines qui subsistent et qui sont les moins volumineuses et les moins riches en réserves, sont plus rapidement épuisées. Elles meurent plus tôt.

Des précautions de cet ordre deviennent obligatoires pour les producteurs français de bois de greffage et de bouturage.

Enfin l'intervention du Court-noué dans une plantation ainsi assainie — c'est-à-dire tout risque de contagion latérale — est évitée par le recours à une zone isolante d'une

dizaine de mètres de terrain inculte ou ne portant pas de vignes, séparant cette plantation des vignes voisines.

2° Choix des plants. — Les plants sont choisis comme s'il s'agissait d'une vigne à fruits, mais il est évident qu'on ne recourt qu'à l'emploi de boutures ou de plants racinés à l'exclusion des plants greffés. Il est nécessaire qu'ils soient sains et indemnes de toute maladie (Court-noué) transmissible au cours de la multiplication végétative. Si cette précaution n'était pas prise — elle devient maintenant obligatoire en France — le peuplement de pieds-mères serait une source de maladie préjudiciable aux utilisateurs des bois.

3° Plantation. — Les méthodes de plantation ne diffèrent pas de celles qui sont mises en œuvre pour l'établissement des vignes ordinaires.

Le choix de l'espacement fait cependant appel à des données particulières; en effet, la densité de la plantation doit permettre d'obtenir :

a. Le poids de bois le plus élevé par unité de surface; ce but est atteint lorsque l'espacement est réduit, l'expérience montrant que la capacité végétative et le poids des sarments par unité de surface croissent au fur et à mesure que l'espacement diminue et donc que la densité de plantation s'élève;

b. Un poids minimum de bois par souche. Les boutures doivent, en effet, satisfaire à des conditions particulières de longueur et de diamètre qui se rencontrent seulement sur les individus dont la capacité végétative est suffisante.

En conséquence, l'espacement choisi sera celui qui donnera la plus grande densité de plantation correspondant à une production individuelle en bois suffisante.

Il est bien évident que cette donnée est variable avec les cépages et le sol. Il est aussi certain que les conditions climatiques d'aoûtement doivent être envisagées et que le problème ne peut être résolu simplement *a priori*. Il en est d'ailleurs de même pour les vignes à fruits, mais si, dans ce dernier cas, l'espacement choisi est le résultat d'observations séculaires, de longs tâtonnements dans le même milieu, il ne peut en être de même pour les vignes-mères : ici, la détermination de la densité de plantation ne peut guère être qu'expérimentale. A notre connaissance, cette expérimentation n'a jamais été abordée, et le problème n'a pu recevoir que des solutions empiriques, approchées et plus ou moins convenables. Aussi bien, rencontre-t-on, dans la pratique, des dispositions de plantation extrêmement variées; mais il est cependant possible d'observer que, d'une manière générale, la densité des peuplements de pieds-mères étant moindre que celle des vignobles à fruits, la production de beaux bois a été préférée à l'obtention d'un poids plus considérable d'éléments plus faibles. (Ex. : 2 m. × 2 m.; 1 m. 50 × 2 m.; 2 m. × 2 m. 50; 2 m. 50 × 2 m. 50; 1 m. 50 × 1 m. 50).

Entretien des peuplements de pieds-mères.

Quelques détails séparent les soins donnés aux vignes-mères et aux vignes à fruits; les nécessités ne sont, en effet, point les mêmes.

1° Taille, mode de conduite, récolte. — Le but cherché est l'obtention, pour un individu donné, de la capacité végétative K la plus élevée, soit du minimum de perte *p*. Aucun autre souci n'est en cause.

La réduction de p est obtenue par la diminution de la longueur des bras et de la tige. La plus faible valeur qui puisse être donnée à ces éléments étant zéro, les bras n'existent pas et la tige est nulle. La couronne et les racines ne sont alors séparées que par une très courte distance. Le dispositif le plus recommandable est obtenu par un mode de conduite des plantes qui consiste à établir une *tête de saule* au ras du sol, et même parfois un peu au-dessous du niveau du sol.

La taille annuelle consiste à rabattre tous les rameaux sur leur empattement et la « charge » n'est plus constituée que par les yeux de la base et ceux du vieux bois; la tige s'élève peu, elle a plutôt tendance à s'étaler en un large moignon dégarni au centre. Cette opération ne se confond pas avec la récolte; celle-ci est une taille sommaire qui est parfaite au cours d'une seconde opération après un déchaussage et un décavaillonnage convenables.

La taille en tête de saule a le désavantage de réduire la charge à une valeur trop faible et telle que la capacité végétative de la plante soit contrainte de s'exprimer par des bourgeons du vieux bois qui sont des organes mal disposés à se développer. Il en résulterait chez *V. Vinifera* une source de pertes considérables et un gaspillage des possibilités, mais, chez la plupart des espèces américaines utilisées comme porte-greffes, et chez leurs hybrides, les gourmands se développent très aisément; ils sont d'ailleurs souvent fertiles. Cette particularité est si accusée qu'il est difficile, dans les collections ampélographiques de l'École de Montpellier, de conduire ces cépages américains comme les cépages indigènes. Les premiers donnent un nombre considérable de gourmands qui se développent même souvent aux dépens de la tête. Bref, ce système de taille conserve ici tous ses avantages et il perd la plus grande partie de ses inconvénients.

La récolte et la taille des vignes-mères sont donc des opérations extrêmement simples.

Aucun palissage n'est en général adopté, et les rameaux courent librement sur le sol que le feuillage recouvre complètement plus ou moins tôt dans la saison. Dans ces conditions, les feuilles inférieures sont placées à l'ombre de leurs voisines, elles fonctionnent mal et, lorsque l'entassement du feuillage est suffisant, l'aoûtement des bois s'effectue moins bien. Ce défaut d'aoûtement est peu caractérisé dans les régions chaudes et ensoleillées, mais il peut devenir redoutable ailleurs où le palissage devient alors indispensable.

Il n'est pas question de palisser la végétation sur un plan peu élevé car les rameaux doivent atteindre une grande longueur et présenter peu de rameaux secondaires : ce résultat est obtenu par le palissage sur un échalas central très élevé ou par tout autre dispositif analogue et donnant le même résultat.

2° Labours. — Les façons culturales données aux vignes-mères ne diffèrent pas de celles qui sont effectuées dans les vignobles ordinaires. Le sol doit être disposé parfaitement à plat pendant la croissance pour éviter la courbure et la ramification des rameaux.

3° Fumures. — La même réflexion pourrait être faite au sujet de la fumure qui mérite cependant plus d'attention. Par analogie avec l'action des aliments minéraux sur diverses plantes, il a été parfois admis que les constituants élémentaires des fumures, N, P, K, exerçaient sur la vigne une action spécifique. Unanimement, mais sans que cette opinion repose sur des expériences de valeur suffisante, l'azote est donné comme un facteur actif de la végétation, et donc, conclut-on, de la production des bois. C'est pour cette raison, raison de sentiment surtout, que la fumure des pieds-mères est spécialement azotée.

En fait, cette action spécifique des éléments est loin d'être démontrée, et la fumure n'agit que sur la capacité végétative K sans modifier les conditions de l'équilibre végétatif. Il n'y a donc pas à se départir des règles ordinaires dans ce cas particulier, mais il faut compter avec les difficultés inhérentes aux conditions d'équilibre, de rythme, d'application et d'efficacité de la fumure des vignobles; nous n'avons pas l'intention de préciser ici davantage ces règles et les difficultés que rencontrent leur application.

4° Opérations effectuées en vert. — L'effeuillage, le rognage, l'incision annulaire qui ont des effets perceptibles sur les caractéristiques de la production des fruits sont des opérations qui manquent d'intérêt pour les vignes à bois.

5° Maladies et accidents. — Les peuplements de pieds-mères sont atteints par plusieurs maladies d'origines diverses. Les *gelées d'hiver* ne les atteignent pas en général ce qui est explicable par le fait que les vignes américaines sont résistantes aux grands froids de l'hiver. Les hybrides de *V. Vinifera* L., et particulièrement les *Vinifera-Rupestris* peuvent être atteints. Les *gelées qui surviennent à l'automne* arrêtent la maturation des bois en détruisant le feuillage et l'extrémité des sarments demeurée à l'état herbacé. Moins riches en réserves, les bois ont une moindre valeur. Les *gelées de printemps* détruisent la végétation et les plantes atteintes reforment de nouveaux rameaux et un nouveau feuillage à partir des bourgesons demeurés à l'état latent, et grâce aux réserves des parties vivaces. Cette deuxième végétation est moins puissante que la première et, parce que le déroulement du cycle végétatif est d'autant plus tardif que la gelée est elle-même survenue plus tardivement, les froids automnaux surprennent les bois avant leur aoûtement complet : leur valeur est diminuée.

Les situations dans lesquelles les pieds-mères sont établis généralement (sols frais), les exposent assez peu à souffrir du *grillage* et de la *sécheresse*; l'un et l'autre accident réduisent la surface foliacée, et nuisent à la qualité des bois.

La *grêle* exerce une action identique et elle laisse des traces sur le bois lui-même qui porte de nombreux traumatismes, cicatrisés en boutonnières, dont la présence laisse supposer un aoûtement plus ou moins déficient, et impose le contrôle de la teneur en réserves parce que ces lésions sont corrélatives de la chute partielle du feuillage à un moment donné. L'époque de la chute de la grêle peut être déterminée par la place des traumatismes entre la base et le sommet des sarments.

Les peuplements de pieds-mères sont envahis par le *court-noué* comme les vignes à fruits. La maladie est cependant plus redoutable pour les premiers, car elle atteint non seulement la production du peuplement, mais encore celle des vignes établies avec les bois qui en sont issus. De grandes précautions doivent donc être prises pour éviter son introduction et son extension; celles qui doivent être retenues à la plantation, ont été décrites. Dans les vignes-mères établies depuis longtemps et partiellement envahies par le court-noué, les individus malades doivent être marqués, et leur bois doit être brûlé; l'arrachage de ces individus Court-noués est à déconseiller car il hâte le dépérissement des parties saines du peuplement. La suppression des parcelles malades et leur reconstitution dans des conditions d'établissement qui assurent leur santé, sont des opérations qui deviennent obligatoires en France. Il n'est pas douteux que ces mesures ne parviennent à assainir totalement la production des pieds-mères cultivés en France. Il n'en est pas encore de même dans tous les autres pays producteurs.

Le *mildiou* n'atteint pas les espèces de vignes américaines porte-greffes, mais il provoque parfois sur les croisements de ces espèces avec *V. Vinifera* (*Vinifera-Rupestris*,

Vinifera-Berlandieri, etc.) des lésions d'arrière-saison suffisamment étendues et nombreuses pour entraîner une chute prématurée du feuillage et gêner l'aoûtement. Aucune précaution n'est cependant prise pour combattre la maladie et il ne paraît pas très utile d'en prendre.

On ne se préoccupe pas des autres maladies parasitaires *Oïdium*, *Black-Rot*, *Anthracnose maculée* qui n'atteignent pas les vignes sujets ou qui, telle la *Mélanose* (*Septoria Ampelina* Berk. et Curt.), ne provoquent sur certaines (*Vitis Riparia*) que des dégâts insignifiants.

Il n'y a pas non plus à tenir compte des dégâts provoqués par les insectes parasites, sauf en ce qui concerne cependant l'action du *phylloxéra gallicole* qui devient nettement nuisible certaines années sur les hybrides de *Riparia-Rupestris*, du *Rupestris-Cordifolia* et même parfois sur *Rupestris du Lot*. Couvertes de galles, les extrémités des rameaux, feuilles et axes, sont arrêtées dans leur développement. Il n'est guère possible de s'opposer à ces dégâts encore que les soufrages, qui ne tuent pas les insectes mais les gênent notablement, aient parfois été conseillés. Les traitements d'hiver sont peu efficaces.

En fait, les vignes porte-greffes sont infiniment plus rustiques que les vignes à fruits, et elles ne reçoivent aucun traitement anticryptogamique ou insecticide : les frais culturaux sont diminués d'autant, et les soucis de l'exploitant sont moindres.

6° Récolte. — La récolte est effectuée dès la chute des feuilles et les bois sont réunis en fagots et transportés au lieu de conservation ou, plus fréquemment à l'atelier de fabrication des boutures.

Distribution des bois.

Les producteurs de bois assurent rarement la distribution de leurs produits aux utilisateurs; cette distribution est effectuée par des organismes commerciaux. Les transactions edtre producteurs et négociants portent généralement sur les bois bruts. Elles ont pour base un prix forfaitaire appliqué à la production d'une parcelle déterminée ou bien la valeur du quintal de bois. La récolte est assez souvent à la charge de l'acheteur mais la plus grande variété règne dans les conventions pour lesquelles il n'est pas établi de règles générales précises.

Les transactions entre négociants et utilisateurs portent sur des boutures; c'est donc le négociant pui débite en boutures les bois bruts. Les *boutures greffables* ont une longueur commerciale de 1 mètre à 1 m. 10; les fractions ont 0 m. 66 ou 0 m. 33. Le diamètre minimum du petit bout est fixé contractuellement à 5, 5,5 ou 6 millimètres, dimensions au-dessous desquelles les boutures deviennent difficilement greffables. L'unité de vente est le millier de boutures d'un mètre, soit le kilomètre; les fractions obtenues avec les extrémités ou les ramifications du sarment principal ont une valeur moindre par suite de leur aoûtement moins complet.

Les boutures à planter en pépinières ont des longueurs variables de 0 m. 50 à 0 m. 60 et parfois davantage dans quelques cas spéciaux. Aucune disposition ne précise les dimensions de leur petit bout et elles n'ont parfois qu'un calibre capillaire. Elles ne font pas l'objet d'un commerce important, celui-ci portant surtout sur les plants racinés qu'elles permettent d'obtenir.

Le commerce de ces produits est libre en France, et il existe des bourses et des marchés qui permettent de nombreuses transactions ayant assez souvent un caractère purement spéculatif.

Pépinières.

Les boutures sont rarement utilisées directement à l'établissement d'un vignoble. Par un séjour en pépinières avant ou après le greffage, elles deviennent des *plants-racinés* à greffer sur place, ou bien des *greffés-soudés*. Les *pépinières de boutures* sont à peu près uniquement situées dans le midi de la France et en Algérie, c'est-à-dire dans les régions où le greffage sur place est possible. Les pépinières de *greffes-boutures* existent dans tous les vignobles, car les greffés-soudés sont utilisables partout, encore que leur emploi soit moins avantageux que le recours à des plants racinés à greffer sur place dans les situations où ce greffage s'effectue avec succès.

Il n'entre pas dans nos desseins d'exposer ici toutes les questions qui se rapportent à l'établissement et à l'entretien des pépinières de boutures et de greffe-boutures, d'abord parce qu'elles sont bien connues, ensuite parce que cet exposé demanderait des développements considérables. Nous nous limitons à un rappel succinct de généralités.

1° Choix du sol.

Les sols des pépinières doivent être *favorables à l'émission des racines* sur les tiges pour permettre la reprise d'un plus grand nombre de plants, être *favorables au développement des plantes*, et, finalement, *ne pas contenir des germes* de maladies transmissibles aux jeunes plants. Le but poursuivi est en effet l'obtention du plus grand nombre possible de plants vigoureux et sains qui permettent seuls d'établir un vignoble durable et prospère.

Les sols des pépinières doivent donc être aérés, perméables, fertiles, frais et sains.

En dehors du pourridié dont la présence est rare et l'action limitée, le *court-noué* est la seule maladie transmissible aux plants de pépinières, et dont les effets sont redoutables. Le *court-noué* provient du sol de la pépinière, des plantations voisines ou de la présence de boutures malades.

L'infection du sol est provoquée par la présence de racines provenant de plantes court-nouées, c'est-à-dire d'une vigne récemment arrachée ou d'une pépinière. L'établissement d'une pépinière sur vigne doit être formellement évité, et les pépinières ne doivent pas revenir annuellement sur le même sol. La « fatigue » du sol des pépinières qui a été signalée parfois, est attribuable à l'action du *court-noué*.

L'assainissement est obtenu par les moyens connus qui tendent à l'élimination de tous les débris radiculaires persistant après l'arrachage de la vigne ou de la pépinière. Cette élimination indispensable est obtenue plus aisément avec les racines de faible diamètre des jeunes plants que pour les grosses racines des souches âgées. Tout porte donc à croire que le « repos » du sol entre deux pépinières successives peut sans inconvénient être beaucoup plus court qu'il ne doit être entre deux vignes établies à la suite sur le même sol.

En usant du procédé décrit plus haut, lequel consiste à pratiquer un défoncement dès l'arrachage, deux étés doivent permettre d'obtenir un assainissement complet, en consacrant le sol de la pépinière à d'autres cultures pendant un intervalle de deux ans.

Même dans un sol assaini, la contamination est assurée par les vignes voisines lorsque les pépinières sont établies à leur contact. Il convient donc de réserver une zone isolante aussi large que possible et d'au moins dix mètres autour de la pépinière, zone qui sera inculte ou qui devra porter d'autres plantes que la vigne.

Enfin, ces précautions n'auraient que peu d'effet si la pépinière était établie avec un mélange de boutures saines et de boutures court-nouées. Les plants malades qui communiqueraient la maladie à leurs voisins doivent être éliminés. Ces précautions s'imposent, et les dispositions qu'elles suggèrent sont maintenant obligatoires en France. Elles permettent d'éviter l'extension et la dissémination rapide de la maladie et d'éviter que le commerce des plants de vignes ne constitue la plaque tournante du Court-noué.

2° Entretien des pépinières.

Sans entrer dans les détails classiques et parfaitement connus de tous les techniciens, nous tenons à dire toute l'importance d'un examen sanitaire des plants au cours de leur croissance ou à la fin du cycle végétatif, avant la chute des feuilles. La pépinière peut, en dépit des précautions prises, contenir des plants court-noués dont l'élimination doit être assurée s'ils ne sont pas suffisamment nombreux pour que la destruction de la totalité soit une mesure souhaitable.

Leur arrachage n'est pas à conseiller, parce qu'il entraîne automatiquement la contamination des plants voisins; les individus court-noués doivent être signalés par une marque durable (rognage sévère ou peinture) qui doit être aussi appliquée à leurs voisins immédiats. Au moment de l'arrachage de l'ensemble, les plants court-noués sont mis à part et détruits.

BIBLIOGRAPHIE

242. Lelieur. — Mémoire sur les maladies des arbres fruitiers, Paris, 1811.

243. Station viticole de Lausanne. — Instructions pratiques pour le greffage des plants américains et les soins à donner aux plantations de pieds-mères. (*Chronique agricole du Canton de Vaud.*, 1900.)

244. Kroemer (K.). — Das Staatliche Rebenveredlungswesen in Preussen. Berlin, 1918, p. 25-43 et 87-99.

245. Ravaz (L.). — Pieds-mères et pépinières. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1919-2, p. 457.)

246. Dümmler (A.). — Der Weinbau mit Amerikanerreben. (Durlach, 1922, p. 18-48.)

247. Zacharewicz (Ed.). — La culture des vignes américaines dans le département du Vaucluse. (*C. R. Ac. d'Agr.*, IX 1923, p. 834.)

248. Biermann (W.). — Die Erziehungsarten und die Pflege der Unterlagshölzer in den Amerikaner-Schnittweingärten. (*Wein und Rebe*, 1925.)

249. Wanner (E.). — Düngung der Unterlagsreben. (*Der Deutsche Weinbau*, 1928.)

250. Carpentieri (F.). — Trattato di viticoltura moderna. (*Casale Montf.*, 1930, t. I, p. 523-534.)

251. Branas (J.), Bernon (G.) et Levadoux (L.). — Les maladies de dégénérescence de la vigne. (*Cong. Vit. de Mâcon*, 1938 et *Agriculture*, 1938.)

252. Branas (J.). — Études effectuées sur le court-noué en France et en Allemagne et conclusions qu'elles permettent. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1939-1, 28 p.)

(Nota : *Voir aussi de 99 à 112.*)

Expérimentation des porte-greffes.

L'expérimentation des porte-greffes a pour objet la détermination de la puissance de chaque sujet dans un milieu donné. Le but poursuivi peut avoir un caractère moins général et tendre à faire connaître le sujet le mieux adapté, c'est-à-dire le plus puissant dans ce milieu.

Ainsi définie, et il ne paraît pas qu'une autre définition puisse être donnée, l'expérimentation des porte-greffes n'a été qu'assez tard et assez peu utilisée en France. Elle réclame des moyens matériels importants, et les résultats qu'on en escompte, ne sont obtenus qu'à longue échéance. Aussi bien, a-t-on fréquemment sacrifié la rigueur de l'expérience à la rapidité de ses résultats, mais satisfait cependant aux exigences parfois impérieuses de la pratique, pour laquelle la solution la meilleure d'un problème technique n'est souvent que la moins mauvaise.

Les premiers champs d'expériences de porte-greffes furent établis à l'École de Montpellier par G. Foex, dès la création de cet Établissement. Certains des résultats obtenus furent publiés en leur temps et rendirent de grands services aux vignerons (253).

Ces études résolvaient les premiers problèmes, dont le plus urgent était bien la détermination de la résistance phylloxérique des sujets connus. La reconstitution des vignobles des sols calcaires se heurtait à d'autres difficultés qui motivèrent la création de la Station viticole de Cognac et les remarquables travaux que Louis Ravaz y poursuivit au cours de l'établissement de plusieurs vignobles expérimentaux (254, 255).

Dans les écrits de Louis Ravaz, bien qu'elles n'y soient pas exposées de façon systématique et dogmatique, se trouvent résumées les principales directives suivies depuis dans l'expérimentation viticole des porte-greffes : recherche de l'homogénéité du sol: mise en œuvre de plantes semblables, de même âge, de même état sanitaire; emploi du même mode de plantation et de greffage; identité des greffons et des soins culturaux. L'auteur insistait aussi sur la nécessité de témoins : « *La méthode généralement suivie consiste à planter côte à côte les variétés à étudier et à en suivre le développement, greffées et non greffées. Il est ainsi facile de les comparer les unes aux autres et de connaître les plus résistantes. Mais pour que ces résultats aient quelque signification, cette comparaison est insuffisante; elle doit porter en même temps sur des variétés cultivées depuis longtemps dans les vignobles.*

« *Les soins d'entretien ne doivent pas être exagérés : un vignoble d'essai n'est pas une vigne modèle.* »

Louis Ravaz contribua à la reconstitution du vignoble charentais de façon si sensible que de nombreux témoignages spontanés de gratitude lui parvinrent, même après son départ de cette région. D'autres vignobles, comme celui de la Champagne, plus tardivement envahis par le phylloxera, tirèrent un grand parti de l'œuvre commencée en Charente où les Directeurs successifs de la Station de Cognac poursuivirent l'œuvre si bien entreprise par L. Ravaz sans d'ailleurs y ajouter de contribution capitale (259).

Ailleurs, l'essai des porte-greffes ne fut pas, en général, soumis à des règles précises et suffisamment rigoureuses pour acquérir une portée générale. Le travail prit assez souvent la forme d'enquêtes poursuivies dans des situations très différentes, tellement différentes que toute généralisation paraissait très téméraire.

L'École de Montpellier, avec le professeur Ravaz, puis avec nous-mêmes, a cependant continué la création et l'entretien de champs d'essais et la publication régulière des résultats observés (256, 257, 258).

Signification des résultats.

L'expérimentation des porte-greffes s'est assez souvent traduite par l'énumération de résultats chiffrés, encore qu'elle ait souvent consisté à interpréter les impressions visuelles. Dans la plupart des cas, les expérimentateurs se sont trouvés satisfaits par l'appréciation du rendement, mais nous avons montré que les causes de variation du rendement étant nombreuses, son importance peut être modifiée au gré du vigneron et de l'expérimentateur, et que, finalement, l'origine spécifique du porte-greffe n'étant, parmi bien d'autres, qu'un élément de la récolte, cette méthode est critiquable. Elle donne, en effet, des séries de résultats dont l'écart étalon est très élevé, et des différences qui sont, dans une large mesure, soumises à la volonté de l'expérimentateur (261).

ARAMON NOIR II *bis*.

N° du rang.	COTE A. Désignation.	Ev. 1938	Ev. 1937	COTE B. Désignation.	Ev. 1938	Ev. 1937
1	Riparia Gloire	75	74	Rupestris du Lot.	77	81
2	333 E. M.	66				
3	41 B. Mt. de Gt.	71	63	1616 C.	113	97
4	Rupestris du Lot.	74	65	216-3 Cl.	128	76
5	Berl. Colomb n° 1.	69		227-1 Cl.	89	70
6				215-1 Cl.	106	78
7	Berl. Colomb n°3.	63		45 E. M.	149	99
8				31 R.	72	162
9	107-11 Mt. de Gt.	73	67	125-1 Mt de Gt.	76	75
10	16-1 EM.	91	85	106-8 Mt. de Gt.	66	77
11	16-2 EM.	67	108	Sioux	108	77
12	16-3 EM.	68	69	62-66 C.		81
13	16-5 EM.	69	77		116	
14	125-2 Mt. de Gt.	86	82	Rupestris du Lot.	90	84

ARAMON NOIR III *bis*.

N° du rang.	COTE A. Désignation.	Ev. 1938	Ev. 1937	COTE B. Désignation.	Ev. 1938	Ev. 1937
1	Rupestris du Lot.	72		Riparia Gloire.	77	75
2	44 R.	82				
3	57 R.	103	107	P. D. B.	113	107
4	8 R.	91	82	1-1 E. M.	128	118
5	99 R.	79	83	1-3 E. M.	89	89
6	110 R.	95	91	3-1 E. M.	106	101
7	261-50.	50	20	4-1 E. M.	149	98
8	17-37 Mt de Gt.	91	80	Monticola Rup. n° 11.	72	73
9	20 M.	78	74	Montic. Rup. n° 12.	76	81
10				Coriacea Lot.	66	72
11	1 M.	79	65	188-04 Cl.	108	120
12	3 M.	61	73			
13	Rupestris du Lot.	75	71	188-15 Cl.	116	109
14	6831 Cl.			Riparia Gloire.	90	90

ARAMON NOIR IV *bis*.

N° du rang.	COTE A. Désignation.	Ev. 1938	Ev. 1937	COTE B. Désignation.	Ev. 1938	Ev. 1937
1	Rupestris du Lot.	100	59		79	73
2				Riparia Gloire.	66	68
3				5 B B Teleki.	68	76
4	420 C Mt. de Gt.	102	82	8 B Teleki.	140	128
5	157-11 C.	168	70	267 Rggi.	123	99
6	34 E. M.	102	104	193 Rggi.	103	115
				209 Rggi.	125	113
7	Riparia Gloire.	88	111	202 Rggi.	87	95
				204 Rggi.	109	148
8	161-49 C.	97	94	Rupestris du Lot.	112	109
9	Rip. Berl. Gauthier.	79	79	3.309 C.	66	
10	Rip. Berl. Rousset.	81	84	3.306 C.	79	94
11	7.605 Cl.	73	113	2-1 E. M.		
12	7.501 Cl.	84	98			
13	Semis de Rip. n° 9.	63	85		94	79
14	Rupestris du Lot.	120	119	215-2 Mt. de Gt.	123	131
				Riparia Gloire.		

ARAMON NOIR III.

N° du rang.	COTE B. Désignation.	Ev. 1938	Ev. 1937	COTE A. Désignation.	Ev. 1938	Ev. 1937
1	Riparia Gloire.	70	89			
2				34 E. M.	124	147
3	Rupestris du Lot.	123	111	420 A. Mt. de Gt.	103	119
4	Rupestris du Lot.			161-43 C.	118	115
5	Vitis Monticola (Buckl.).		90	P. D. B. (E. M.)	136	132
6	Vitis Cord. (Michx).	66	77	2-1 E. M.	84	94
7				5-3 E. M.	97	94
8	Vitis Candicans (Engelm).	169	170	5-4 E. M.	70	67
9	Berlandieri Ecole.	189	205	1-3 E. M.	142	154
10	Berland. Richter.	89	86	17-37 Mt. de Gt.	132	144
11	Vitis Cinerea (Engelm).	105	102	44 R.	185	172
12	3.309 C.	120	131	99 R.	111	121
13	3.306 C.	141	138	60 R.	120	123
14	5-2 E. M.	10	73	110 R.	137	145
15	216-3 Cl.	84	85	31 R.	111	109
16	106-8 Mt. de Gt.	74	87	57 R.	132	135
17	188-04 Cl.	143	149	4.412 M.	133	132
18	1 E. M.	62	20	4.449 M.	130	117
19	2 E. M.	66	70			
20				Rupestris du Lot.	161	137
21	5-1 E. M.	72	72	93-5 C.	91	97
22	333 E. M.	112	112	93-5 C.	129	124
23	41 B. Mt. de Gt.	113	113	Aramon x Rup. Ganzin n° 9.	93	148

Ce point de vue n'a pas échappé à divers chercheurs et quelques résultats sont donnés avec le souci d'éviter cette critique. Au poids de la récolte, s'ajoutent la mesure du poids des sarments supprimés à la taille, et celle du degré alcoolique probable du vin fait.

Le mieux qui puisse être atteint, est l'énumération d'un grand nombre de résultats

parmi lesquels apparaît une discordance marquée, pour chaque porte-greffe, dans les variations, de sens différent, de la récolte, du poids des sarments et de la qualité.

Les tableaux de résultats donnés par les auteurs, dont nous-mêmes, ne permettaient aucune interprétation sûre et, à vrai dire, il n'en était tenu compte que dans la mesure où ils apportaient une confirmation de l'observation directe et de l'impression des praticiens. En fait, ils étaient peu utiles.

La connaissance que nous avons acquise (238 à 241) des conditions de l'équilibre de la récolte, du poids des sarments et de la qualité, en donnant la possibilité de faire la somme de ces trois variables culturales, a mis un terme à ces errements dans l'expérimentation que nous poursuivons à l'École de Montpellier. Nous avons donc adopté l'expression végétative *Ev* comme terme de comparaison, mais, en dépit de ce perfectionnement, une interprétation rationnelle exige bien d'autres garanties.

Nécessité des témoins. — Constater, dans un milieu donné, l'*Ev* sur un porte-greffe déterminé, *3309 C.*, par exemple, n'autorise aucun jugement précis, absolument comme l'expression d'une longueur, sans indication de l'unité de longueur utilisée, n'a aucun sens. Il convient donc de faire appel à un étalon de comparaison, c'est-à-dire à un témoin qui permet d'établir la relation :

$$\frac{Ev \text{ du } (3.309\ C)}{Ev \text{ du témoin}} = x$$

et d'affirmer que, dans les conditions de l'expérience, le potentiel végétatif du greffon porté par le *3309 C.* est supérieur, égal ou inférieur à celui du même greffon porté par le témoin, suivant que x est plus grand, égal ou inférieur à 1. Des comparaisons semblables, avec le même greffon, sont indispensables pour apprécier la valeur de chaque porte-greffe.

Nature des témoins. — Bien que le témoin puisse théoriquement être n'importe quel porte-greffe, il y a pratiquement un grand intérêt à ce qu'il présente certaines qualités, pour que les résultats expérimentaux soient entendus du plus grand nombre.

Le témoin, pour être bien connu des techniciens et de la masse des viticulteurs, doit être un porte-greffe dont l'ancienneté, la valeur culturale et les propriétés d'adaptation ont assuré une large diffusion.

Dans le champ qu'il nous a été plus particulièrement possible d'explorer à ce point de vue à l'École de Montpellier, dans les conditions viticoles du Midi de la France, deux cépages très communs d'espèces américaines, le *Riparia Gloire de Montpellier* et le *Rupestris du Lot*, semblent pouvoir être retenus. Ailleurs, il peut ne pas en être toujours ainsi, suivant le but particulier poursuivi par l'expérimentation entreprise (recherches locales, difficultés spéciales de reconstitution, etc.), mais il semble bien que dans l'immense majorité des cas, on ait à se borner à l'utilisation de l'un et l'autre de ces deux porte-greffes ou même d'un seul d'entre eux.

Nombre de témoins : Hétérogénéité des champs. — Dans les tableaux précédents, le même porte-greffe n'imprime pas la même expression végétative *Ev* au greffon qu'il porte et ces variations peuvent être importantes. Elles sont liées à deux causes : *a*. Hétérogénéité du sol du champ d'essais; *b*. Différences morphologiques individuelles.

Cette dernière considération est étudiée plus loin; en dépit de l'amplitude apparemment importante des différences de structure perceptibles de souche à souche, la com-

paraison des résultats obtenus avec un faible nombre d'individus, donc avec un petit nombre de répétitions, est cependant significative chaque fois que l'on se trouve devant des plantations établies avec soin, ce qui est toujours le cas des champs d'essais.

L'hétérogénéité du sol est une cause systématique d'erreur; elle décide du nombre des répétitions du témoin. Le tableau suivant donne l'ordre de grandeur des variations qui lui sont attribuables :

P, G. IV. A.

Aramon sur Riparia Gloire de Montpellier.

DÉSIGNATION DES RANGS.	DISTANCE AU RANG N° 1 en mètres.	NOMBRE D'INDIVIDUS.	Ev. MOYENNE. 1928	1931.
1 et 2.....	0	11	88	manque
8.....	10,50	6	92	94
9 et 10.....	12	11	manque	106
11 et 12.....	15	12	104	107
13 et 14.....	18	11	113	113
16 et 17.....	22,50	12	115	118

Ici la variation est relativement continue mais il n'en est pas toujours ainsi et *nous sommes convaincus de la nécessité d'encadrer la parcelle d'essai de deux témoins contigus et de juger la valeur d'un sujet donné relativement au témoin théorique dont il occupe l'emplacement.*

Nombre d'individus par parcelle. — Chez des individus théoriquement semblables les variations d'Ev. sont cependant importantes :

MANDON CADET.

Aramon sur Riparia Gloire de Montpellier.

RANG N° 2.		RANG N° 5.	
Numéro de la souche.	Ev.	Numéro de la souche.	Ev.
1		1	
2	77	2	
3	92	3	92
4	107	4	86
5	94	5	80
6	122	6	100
7	111	7	108
8	82	8	80
9	103	9	90
10	62	10	109
11	86	11	104

Ces variations ne sont vraisemblablement pas attribuables à l'hétérogénéité du sol occupé par deux individus voisins; en dehors de ce que des différences agrologiques de cet ordre sont difficilement concevables, la disposition du système radiculaire de la vigne s'y oppose nettement, car il s'étend en surface sur 10 mètres carrés, dans le

champ considéré, alors que la surface réservée à une souche n'est que de 2 m² 25. Les variations imputables au milieu ne se produisent donc qu'avec une certaine lenteur, et n'entrent que pour une faible part dans les différences observables entre des plantes voisines.

Les causes de ces différences sont individuelles, et presque toujours décelables : apoplexie partielle; nombre, étendue, disposition des plaies de taille. Elles agissent sur les *pertes* qui se produisent inévitablement au cours de la transformation d'une capacité végétative K en une expression végétative perceptible Ev. Ces causes de variation, indépendantes du milieu et du porte-greffe, ont autant de chances de se produire en un point quelconque du champ d'expériences qu'en un autre point : la valeur de la moyenne n'en est donc pas altérée si le nombre des souches soumises aux mesures est suffisant et les comparaisons demeurent possibles.

En fait, ce nombre est faible, du moins dans les conditions viticoles du Midi de la France : l'expérience nous a montré que six souches suffisent lorsque les différences à mettre en évidence sont 5 unités de Ev. Voici un calcul effectué dans une parcelle à forte hétérogénéité, ayant souffert de gelées d'hiver en 1929, ayant porté des broussins et soumise par ailleurs à des systèmes de taille différents : on ne saurait rencontrer de difficultés plus grandes.

MANDON CADET (1937).

Aramon sur Riparia Gloire de Montpellier.

NOMBRE D'YEUX FERTILES laissés à la taille par souche.	Ev. D'UN INDIVIDU. (Rangs successifs).				
	RANG A	RANG B	RANG C	RANG D	RANG E
3	88	110,7	121,4	113,8	124,8
6	113,7	88	113,9	107,4	121,9
12	103	111,1	90,1	116	126
6	113,8	124	106	117,2	120,8
36	134	103,5	131,2	117,6	137
18	103,9	114	112,8	121,4	126,9
Moyenne	109	108	112,5	115	123

Chacun des rangs B, C, D, peut être comparé respectivement aux *témoins théoriques* B′, C′, D′, formés par la moyenne des deux rangs qui leur sont contigus.

$$B' = \frac{A+C}{2}; \quad C' = \frac{B+D}{2}; \quad D' = \frac{C+E}{2}$$

Soit Ev. B′ = 110,75; Ev. C′ = 111,5; Ev. D′ = 117,7.

Les lots étant composés de souches théoriquement comparables, on doit, en ayant soin d'éliminer les variations dues au milieu, obtenir en désignant par N un rang d'ordre quelconque :

$$\frac{Ev\,(N)}{\frac{Ev\,(N-1)+Ev\,(N+1)}{2}} = 1 + y.$$

Or, dans le cas considéré, choisi comme particulièrement défavorable :

$$\frac{Ev\,(B)}{Ev\,(B')} = 0{,}975. \qquad \frac{Ev\,(C)}{Ev\,(C')} = 1{,}01. \qquad \frac{Ev\,(D)}{Ev\,(D')} = 0{,}98.$$

Si nous mesurions deux fois, à la suite, le même rang, le rapport des deux séries de mesures serait du même ordre de grandeur, et donnerait les mêmes écarts.

En réduisant à 5, 4, 3, 2, le nombre des individus, y, croît. La moyenne des Ev. de chaque série A, B, C, D, E, est significative, même lorsque le nombre des individus est réduit à 3 ; un lot de deux individus (2 répétitions) est par contre insuffisant.

La comparaison de la différence D entre une des parcelles B, C, D, et les témoins théoriques, avec l'écart probable Ep D de cette différence devrait être telle que D $<$ 3 Ep D, car aucune cause de variation n'a été introduite.

Il en est ainsi lorsque le nombre d'individus est supérieur à 2.

Cette recherche devra être reprise systématiquement dans le but de préciser le nombre minimum d'individus à introduire dans une expérience déterminée : il ne semble pas que ce nombre soit très grand, et, théoriquement, les résultats de l'expérience rapportée ci-dessus permettent de le limiter à trois. En fait, ce nombre peut être accru sans inconvénients, c'est-à-dire sans compliquer la tâche de l'expérimentateur, car il est bien plus commode de procéder à de nombreuses mesures sur des plantes arbustives, que d'effectuer des comparaisons entre de nombreuses parcelles de plantes annuelles.

Nous avons finalement fixé à neuf le nombre des plantes d'une parcelle d'essai. Dans ces conditions la moyenne des Ev est généralement significative.

CALCULS POUR UNE PARCELLE D'ESSAIS.

1° — Avec six individus (six répétitions).

	A.	B.	B'.	C.	C'.	D.	D'.	E.
m.....	109	108	110,8	112,5	111,5	115	117,7	12-
σ.....	± 6,3	± 6,4	± 5,8	± 5,7	± 2,8	± 1,4	± 3,4	± 4,4
t.....	17,5	18,4	29,4	13,8	40,5	81,5	34,1	27,9
y.....		0,98		1,01		0,98		
Ep D.....		± 5,7		[± 4,3		± 2,5		
D.....		2,8		1		2.7		

2° — Avec trois individus (trois répétitions).

	A.	B.	B'.	C.	C'.	D.	D'.	E.
m.....	101,6	103,3	106,7	108,4	107,8	112,4	116,3	124,2
σ.....	± 7,5	± 7,7	± 5,7	± 9,5	± 4,1	± 2.6	± 3,6	± 1,2
t.....	13.7	13,5	18,9	11,5	26,1	4,4	32,3	102
y.....		0.97		1,01		0,97		
Ep D.....		± 6,4		± 3,25		± 3,3		
D.....		9,9		0,6		3,9		

3° — Avec deux individus (deux répétitions).

	A.	B.	B'.	C.	C'.	D.	D'.	E.
m.....	109,9	99,4	109,3	117,7	105	110,6	120.5	123,4
σ.....	± 27,5	± 11,3	± 7,4	± 3,7	± 5,8	± 3,2	± 2,3	± 1,5
t.....	3,4	8,8	14,9	31,8	18,1	32,6	52	85.5
y.....		0,81		1,12		0,92		
Ep D.....		± 9,1		[± 4,63		± 2,7		
D.....		9,9		12,7		9,9		

Disposition des parcelles. — Deux questions seulement paraissent devoir être envisagées : répartition des témoins et des sujets à étudier; forme des parcelles.

La connaissance de l'hétérogénéité du sol est indispensable, et ne peut être acquise qu'en multipliant les témoins, en les disposant régulièrement à la surface du champ

d'expériences; l'encadrement de la parcelle d'essai par deux, trois ou même quatre parcelles témoins paraît répondre de façon satisfaisante aux exigences de la logique.

Les neuf individus qui constituent chaque parcelle peuvent former une ligne contiguë à deux lignes témoins par exemple. L'expérience montre que ces conditions sont mauvaises, et que les résultats sont faussés par l'interaction de deux rangs voisins et par la proximité des limites A et B du champ d'expériences, celles-ci agissant favorablement ou défavorablement suivant qu'elles correspondent à la présence d'un espace libre ou d'un obstacle, mur, talus, haie ou autre vigne. C'est un fait connu que le rang ou la plante la plus vigoureuse exerce une action déprimante sur le plus faible et que les différences observées peuvent ne pas correspondre aux différences réelles.

Ces préoccupations conduisent à disposer les parcelles d'essai en carrés de 9 individus (3×3), séparés en tous sens des parcelles voisines par une rangée jouant le rôle de tampon pour éviter toute action mutuelle. Les parcelles comprennent donc finalement 25 individus (5×5).

Lorsque l'expérimentation poursuit un autre objet, la fertilisation par exemple, pour laquelle l'interaction parcellaire est encore plus marquée, les carrés, tout en ne comportant que 9 individus en expérience, en comprennent au total 49 (7×7).

Parcelles témoins et parcelles d'essais sont disposées en échiquier; il est alors toujours possible de procéder aux comparaisons voulues.

Ces précautions ne sont point excessives; la recherche, en ce qui concerne les porte-greffes, n'est plus inspirée par les mêmes nécessités impérieuses qui s'accommodaient jusqu'ici de méthodes primitives et peu exactes. Les questions de première urgence sont réglées depuis longtemps, et les techniques anciennes, qui ont rendu de considérables services, ne permettent plus d'accomplir de nouveaux progrès.

Le peu d'intérêt des travaux récents sur cette question est la preuve perceptible de l'inutilité des expériences qui ne sont pas conçues, conduites et interprétées avec la plus grande rigueur.

Durée des expériences. — Il y a un vif intérêt à poursuivre les expériences pendant un grand nombre d'années. Au cours des *premières* années, le développement est fonction de l'aptitude des porte-greffes à occuper rapidement tout l'espace qui leur est réservé : ce premier développement est différent, mais il n'est pas en relation avec la puissance du même sujet à l'état adulte. De même, l'aptitude variable des porte-greffes à bien vieillir n'est appréciable que dans les champs d'essais de longue durée.

Telles sont les règles dont il faut tenir compte au cours de l'établissement de champs d'essais.

Leur discussion motive les réserves qui pourraient être faites au sujet des résultats des expérimentaux donnés ci-dessus. Malgré leur imperfection et leurs lacunes, ils permettent, à l'heure actuelle de se faire une idée de la valeur comparée des porte-greffes connus et de la condenser dans une vue d'ensemble sur les sujets les plus communs.

BIBLIOGRAPHIE.

253. Foëx (G.). — Rapport sur les expériences de viticulture réalisée à l'Ecole Nationale d'Agriculture de Montpellier. Montpellier, 1879.

254. Ravaz (L.). — Les vignes américaines dans les terrains calcaires. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1890-2, et 1891-1.)

255. Les nouveaux cépages, résistance phylloxérique et adaptation. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1898-1, p. 551, 591, 607.)

256. Ravaz (L.) et Verge (G.). — Nouvelles recherches sur les porte-greffes. (*Ann. Ec. Nat. d'Agr. de Montpellier*, t. XVII, fasc. 3.)

257. Ravaz (L.) et Branas (J.). — Les anciens et les nouveaux porte-greffes dans quelques champs d'expériences de l'École de Montpellier. (*Ann. Ec. Nat. d'Agr.*, Montpellier, t. XIX, fasc. 3.)

258. Branas (J.) et Aldebert (P.). — Observations sur les porte-greffes cultivés dans quelques champs d'expériences de l'École Nationale d'Agriculture de Montpellier. (*Ann. de l'Ec. Nat. d'Agr. de Montpellier*, t. XX, fasc. 1.)

259. Lafon (R.), Vidal (J.-L.) et Nayrac (M.). — Reconstitution du vignoble Charentais. (*Rev. de Vit.*, 1930-2.)

260. Paulsen (F.). — Relazione sull'andamento dei Vitigni sperimentali in Sicilia. Palerme, 1933.

261. Branas (J.), Bernon (G.) et Levadoux (L.). — Une expérience de fumure de la vigne. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1939-1.)

Résumé des résultats acquis.

La pratique fait aujourd'hui généralement appel à des porte-greffes inconnus au début de la reconstitution.

Le *York's Madeira* a disparu très tôt. Le *Taylor* a duré plus longtemps, et il existait encore après la guerre dans le vignoble du Midi de la France de très vieilles vignes, généralement faibles, établies sur ce porte-greffe qui n'est plus multiplié et ne mérite pas de l'être.

Le *Clinton* l'est encore, mais à tort, car il ne peut se développer convenablement que sous les climats humides et dans les sols peu phylloxérants et non calcaires. Il en est de même du *Vialla* qui est utilisé en Beaujolais; quant au *Noah*, il ne vaut rien lorsqu'il est employé comme sujet car son adaptation est réduite.

Le *Jacquez* a eu un destin singulier; d'abord porte-greffe médiocre, devenu producteur direct puis abandonné à ce titre, il est redevenu porte-greffe, parce qu'on avait cru lui reconnaître une certaine résistance au Court-noué que, bien entendu, il n'a pas. Il est de moins en moins multiplié, et ne mérite pas de l'être.

Le *Solonis* a disparu lui aussi, et ne se maintient que dans les sols sablonneux dans lesquels il est à l'abri du phylloxera et où sa résistance au sel est une propriété utile.

Ces anciens cépages sont conservés et multipliés par certains, pour des raisons qui sont surtout de sentiment. Tout porte à croire qu'ils disparaîtront complètement dans un avenir peu éloigné.

a. Espèces américaines. — La plupart des espèces américaines importées en France n'ont pu jouer aucun rôle dans la reconstitution du vignoble lorsqu'elles étaient utilisées directement, c'est-à-dire ailleurs que dans les croisements; il en a été ainsi pour *Vitis Labrusca, V. Aestivalis, V. Monticola, V. Coriacea, V. Rubra, V. Arizonica, V. Californica, V. Cordifolia*. Le cas de *V. Berlandieri* est particulier; cette espèce présente des aptitudes souhaitables, mais son utilisation est empêchée par l'impossibilité avérée de sa multiplication par les méthodes habituelles : elle émet très difficilement des racines et tous les procédés, tendant à améliorer sa reprise de bouture, n'ont donné aucun résultat. Le *Berlandieri* n'est donc pas utilisé directement.

Vitis Riparia est par contre une espèce très répandue, mais au sein de laquelle il ne

subsiste plus aujourd'hui que quelques variétés (= cépages) parmi le très grand nombre de celles qui ont été introduites ou obtenues par le semis. Le *Riparia Gloire de Montpellier* est la plus utilisée parce qu'elle est la plus vigoureuse de toutes.

Le *Riparia Grand Glabre*, le *Riparia violet* sont rarement utilisés; tous les autres sont oubliés.

Vitis Rupestris est d'introduction plus récente, c'est aussi une espèce moins répandue. Les variétés primitivement conseillées n'offrent plus d'intérêt : *Rupestris Martin*, *Rupestris Ganzin*, *Rupestris métallique*, etc.

Par contre, *Rupestris du Lot* est très utilisé autant à cause de sa grande vigueur, supérieure à celle des autres *Rupestris*, que par suite de sa très notable résistance à la chlorose.

Ces deux porte-greffes sont les éléments de base de la gamme des sujets français et satisfont à des nécessités opposées, le *Riparia* étant faible et le *Rupestris* très puissant. Dans les champs d'essais de l'École de Montpellier (sol argilo-calcaire, non chlorosant, redoutant la sécheresse), on constata que :

Ev (*Riparia Gloire*) = 80; Ev (*Rupestris du Lot*) = 120.

ce qui leur donne une destinée différente. Le *Rupestris du Lot* n'est par suite guère utilisé en dehors des vignobles du Midi de la France et de l'Algérie. Par contre, le *Riparia Gloire de Montpellier* est plus répandu, au Midi comme au Nord : il permet seul d'obtenir de petits K et donc une qualité élevée. Fréquemment court-noué dans les champs de pieds-mères, il cédera probablement la place — dans un lointain avenir — à d'autres riparias.

b. Hybrides. — De très nombreux croisements interspécifiques ont donné une gamme, très complète et très variée de porte-greffes.

Riparia-Rupestris. Le *101-14 Mt. de Gt.* est le plus faible et son adaptation peu étendue (— de 10 p. 100 de CO^3Ca) s'oppose à son emploi; il est cependant plus puissant que *Riparia Gloire de Montpellier*. Le *3309 C.* est moins vigoureux que le *Rupestris du Lot*, mais il est souvent court-noué et paraît être moins utilisé qu'il ne l'a été autrefois. *3306 C.* lui est un peu supérieur, mais il n'a pas été suffisamment multiplié pour jouer un rôle dans les plantations. Il donne d'ailleurs peu de bois greffable. *2-1 Ravaz* est faible et peu résistant au calcaire.

En résumé, les hybrides de ce groupe qui, ont présenté autrefois, surtout le *3309 C* un très grand intérêt, sont en régression, par suite de leur mauvaise adaptation aux sols calcaires et aux milieux secs. L'intervention du Court-noué est de nature à réduire encore leur utilisation.

Berlandieri-Riparia. Ce groupe de porte-greffes s'est récemment enrichi de nombreuses unités.

161-49 C. est des plus répandus; il est d'ailleurs de multiplication facile, moins puissant que *Rupestris du Lot* et même que *3309 C.*, dans les sols peu calcaires.

Ev. *Riparia Gloire*, 88; Ev. *3309 C.*, 112; Ev. *161-49 C.*, 97.

Il possède une excellente adaptation aux sols riches en carbonate de chaux et peut vivre sans jaunir, dans des terres qui contiennent jusqu'à 50 p. 100 de calcaire, mais il demeure un sujet relativement faible. *420 A.* est plus faible encore, tout en demeurant supérieur à *Riparia Gloire de Montpellier*; s'il se répand parfois sans raison justifiée, c'est qu'il donne d'excellents résultats au greffage sur place. *34 E. M.* s'est constamment mon-

tré supérieur aux précédents, mais il est moins multiplié pour les raisons qui ont été dites; il n'en existe qu'un petit nombre de vignes-mères; ce cépage a peu de chances d'éviter sa disparition sous l'action du Court-noué.

420 C. et *420 B. de Mt. de Gt.* n'ont pas été multipliés, encore qu'ils eussent mérité de l'être pour des raisons maintes fois signalées.

33 E. M. insuffisamment résistant au phylloxera est abandonné.

Le *Phœnyx* (*Berl. Rip. Gauthier*) et l'*Hybride Rousset* sont moins puissants que les précédents; *157-11 C.* est faible et ne reprend pas de bouture. *7605 Cl, 7501 Cl, 7609 Cl,* après un premier développement rapide, se maintiennent moins bien que *161-49 C.*

Les hybrides *5 BB* et *8 B. Teleki* ont fait l'objet d'une propagande très active apparemment peu justifiée, puisque le plus recommandé, *5 BB,* se trouve moins puissant que le *Riparia Gloire* voisin. A notre sens, ceci, qui est presque paradoxal, trouve une explication dans la conjoncture suivante : *5 BB* et *8 B* ont été récemment introduits en France et établis en vignes-mères sur sol contaminé par le Court-noué; multipliés sans précaution, ils donnent finalement des plantes qui extériorisent rapidement les symptômes du Court-noué et qui s'affaiblissent sous l'action de la maladie. L'intervention de celle-ci peut donc fausser très notablement les résultats de l'expérience. et il en est ainsi ici. Il ne semble cependant pas que ces porte-greffes aient jamais montré des aptitudes motivant leur substitution aux bons hybrides de ce groupe, *161-49 C., 420 A., 34 E. M.,* obtenus en France.

Le fait est que, dans nos expériences, ceux-ci ont été constamment les plus puissants.

Les hybrides *Ruggieri* ont montré une vigueur considérable, particulièrement *267 Ri* et *202 Ri.* A notre connaissance, ils ne se trouvent pas dans le commerce, ce qu'il faut regretter.

En définitive, ce groupe d'hybrides comprend des sujets intéressants pour les situations dans lesquelles on recherche de petits K, toutes les fois que le sol devient calcaire, sec et impropre au développement correct du *Riparia Gloire de Montpellier.*

Berlandieri-Rupestris. — Ces hybrides ont été uniquement représentés à un moment donné par des sujets qui, court-noués au début de leur multiplication, se sont avérés rapidement inutilisables. *20.029 Cl. 20.031 Cl, 20.035 Cl* et *219 A., 301 A., 301-37-152 Mt. de Gt.* ont ainsi disparu et bien avant qu'une idée précise de leur valeur ait pu être acquise. *17-37 Mt. de Gt.* s'enracine très mal. *7821 Cl* est vigoureux, mais n'existe que dans quelques rares collections.

Les hybrides *99 R., 110 R., 44 R., 57 R., 60 R.* ont montré des puissances variables, mais pas très différentes. Les deux premiers sont préférés pour des raisons qui n'ont rien à voir avec leur valeur culturale.

P. D. A. et *P. D. B. Ravaz,* n'ont pas été multipliés.

Les hybrides *1-1, 1-3, 3-1, 4-1.* obtenus récemment par le même auteur, paraissaient intéressants et certains étaient supérieurs aux hybrides *R.,* mais court-noués depuis la souche-mère, ils ont été condamnés à disparaître.

Le *261-50 C.* ne reprenant ni de bouture ni de greffe, n'offre aucun intérêt; il est d'ailleurs faible.

En résumé, les bons *Berlandieri-Rupestris* constituent des sujets singulièrement précieux, lorsque la situation est telle que de grands K sont souhaitables. Leur résistance au calcaire et à la sécheresse, leurs grandes possibilités au moins égales et souvent supérieures à celles du *Rupestris du Lot*, en font des sujets remarquables : tel est aussi l'avis des vignerons qui ont, dans les situations précitées, fait largement appel à eux en n'hésitant pas à les payer des prix élevés.

Berlandieri (*Riparia* × *Rupestris*). — Plusieurs de ces hybrides ont été obtenus par Malègue, *1 M.*, *3 M.*, *14 M.*, *18 M.*, *20 M.* Le dernier paraît le meilleur. Tous ont une vigueur voisine de celle des *Berlandieri-Rupestris*. Leur utilisation ne s'impose pas.

Vinifera-Berlandieri. — Utilisés pour leur grande résistance à la chlorose, ces hybrides ne sont que des pis-aller. Peu puissants à côté des autres porte-greffes dans les sols non calcaires, il sont un développement initial remarquablement lent. *41 B. Mt. de Gt.* est le plus fréquemment utilisé; *333 E. M.*, qui le vaut, l'est beaucoup moins; et les *Berlandieri-Colombard* n°° *1*, *2* et *3*, ne paraissent pas très différents des précédents, du moins en est-il ainsi à l'Ecole de Montpellier. Tous ces sujets possèdent une égale et suffisante résistance au phylloxera; aucun n'a sa place dans les sols qui contiennent moins de 50 p. 100 de CO^3Ca. Dans ces dernières conditions, il est plus avantageux de faire appel à des sujets à développement intial plus rapide.

Monticola-Riparia. — Les hybrides obtenus par L. Ravaz, *1 Rz*, *2 Rz*, sont très affaiblis par le phylloxera. Les hybrides naturels de Castel *188-04*, *188-08*, *188-15*, sont très vigoureux et le meilleur est *188-04*. *188-08* et *188-15 Cl* se multiplient mal, surtout le premier qui reprend très mal au greffage, défaut qu'il a hérité de son parent *Monticola*. D'ailleurs, ces hybrides, dont aucun n'a jamais été multiplié, ont une ascendance plus complexe qu'il n'est habituellement indiqué : elle comporte probablement trois espèces.

Monticola-Rupestris. — L'un d'eux *6831 Cl* est remarquable, mais c'est une plante de collection; parmi les nombreux *Monticola-Rupestris du Lot*, nous avons multiplié et essayé les plus vigoureux les n°s *11 Rz.* et *12 Rz.* qui sont cependant faibles et n'ont pas de mérites suffisants, encore qu'ils émettent assez aisément des racines.

Coriacea-Rupestris. — Un hybride obtenu par L. Ravaz (*V. Coriacea* × *Rupestris du Lot*) s'est montré très faible et très sensible à la chlorose.

Cordifolia-Riparia. — *125-1 Mt. de Gt.* est un plant faible en sol argilo-calcaire.

Cordifolia-Rupestris. — La plupart des hybrides de ce groupe se comportent médiocrement en sols argilo-calcaires même peu chlorosants; ceci est vrai pour les anciens *107-11 Mt. de Gt.*, *Sioux* comme pour les nombreux *16-1 Rz.*, *16-2 Rz.*, *16-3 Rz.*, *16-4 Rz.*, *16-5 Rz.*, Ces porte-greffes ne sont pas susceptibles de gagner du terrain : ils redoutent trop le calcaire.

Vinifera-Rupestris-Cordifolia. — *62-66 C.* est à premier développement rapide, mais faiblit très vite.

Riparia-Rupestris-Cordifolia. — *106-8 Mt. de Gt.* a joui d'une certaine faveur, mais redoute aussi beaucoup le calcaire et ne montre pas les qualités de résistance à la

sécheresse qu'on aurait pu en attendre. Dans bien des cas, les sujets les plus courants lui seront préférés avantageusement; il est toujours peu puissant.

Hybrides de Solonis (*Solonis Riparia-Rupestris-Candicans*). — Le *Solonis* est un des sujets qui furent utilisés au début de la reconstitution; sa résistance phylloxérique insuffisante s'oppose à son utilisation; il a pu conserver un certain intérêt dans les sols peu favorables à l'insecte, mais qui contiennent du chlorure de sodium. Ce sel est toxique pour la vigne; certaines espèces, *V. Riparia*, *V. Rupestris* et leurs hybrides y sont fort sensibles.

Dans les sols salés phylloxérants, peu calcaires (moins de 20 p. 100) *1616 C.* (*Solonis Riparia*) est utilisable. *216-3 Cl.* (*1616 C.-Rupestris*) aurait des aptitudes voisines; il est employé surtout en Afrique française du Nord. *227-1 Cl.* et *215-1 Cl.* (*1616 C.-Rupestris du Lot*) beaucoup moins répandus, ont des aptitudes voisines. Dans les sols salés calcaires, le *45 E. M.* (*Solonis-Berlandieri*) et *31 R.* (*Novomexicana-Berlandieri*) [*Novomexicana = Rip. Rup. Candicans*] peuvent rendre des services qui apparaissent toutefois assez limités sur le plan général, c'est-à-dire lorsque le sol ne contient pas de sel.

Vinifera-Rupestris. — Les nombreux représentants de ce groupe d'hybrides (*1202 C.*, *93-5 C.*, *Aramon-Rupestris Ganzin*, n^{os} 1, 2 et 9) ne méritent pas d'être introduits dans les champs d'expériences. Leur résistance phylloxérique n'est pas suffisante dans tous les sols; notons en outre qu'ils faiblissent rapidement sous l'action du phylloxéra et du Court-noué. Ils doivent être écartés en dépit de leurs qualités : développement initial rapide, résistance élevée à la chlorose et multiplication commode. Dans les sols non phylloxérants, ce sont, lorsqu'ils sont sains, des sujets puissants.

Pour des raisons variées qui sont le plus souvent d'ordre commercial, de nombreux autres porte-greffes sont introduits en petite quantité dans les plantations et les champs d'expériences : *4010 Cl.* [*Rip. Grand Glabre* (*Aramon-Rupestris*)], *196-17 Cl.*, etc., aucun ne paraît indispensable.

BIBLIOGRAPHIE.

1° Ouvrages généraux.

262. Ravaz (L.). — Porte-greffes et producteurs directs. Paris, 1902.

263. Moog (H.). — Beiträge zur Ampelographie. (*Mitt. Preuss. Rebveredlungs-komission*, n° 6, Geisenheim, 1930.)

264. — Beiträge zur Ampelographie. (*Gartenbauwissenschaft*, t. VI, 1932.)

265. Olivieri (O.). — Vitigni porta-inesti americani. Milan, 1936.

2° Etudes locales.

266. Kober (F.). — Schlüssel zur Lösung der Rebenhybridenfrage für Kalkböden in Osterreich. (*Archiv fur* L.-u. F. 48, Vienne 1910.)

267. — Urteile aus der Praxis über Berlandieri-und Rupestris-hybriden. (*Allgemeinen Wein Zeitung*, 1911.)

268. Bérard (R.). — Les porte-greffes et les producteurs directs à Bône (Algérie). (*Cong. Vit. de Montpellier*, 1911.)

229. Perez (L.-R.). — Porta-injertos de mejor adaptacion y mayor rendimiento con las viniferas cultivadas en provincia de Valladolid para la obtencion de sus vinos blancos y tintos. (*Cong. Nac. de Vit. de Pamplona*, 1914, p. 151-153.)

270. Garcia de Los Salmones (N.). — La reconstitucion del viñedo en la Mancha. (*Ibid.*, p. 275-316.)

271. Janini (R.). — La reconstitucion de los viñedos en los terrenos difficiles de las provincias de Valencia, Alicante, Castellon. (*Ibid.*, p. 395-406.)

272. Paulsen (F.) et Maggioni (N.). — Les porte-greffes en Sicile, 42 pages. Palerme, 1916. (Résumé in *Bull. Rens. Agr. de Rome*, 1918, p. 757.)

273. Philipponat (G.). — In Ravaz : Les hybrides de Berlandieri en Champagne. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1919-1, p. 71 et 121.)

274. Kuhlmann (E.). — La reconstitution des vignobles en Alsace. (*Rev. de Vit.*, 1919-1, p. 356 et 389.)

275. Schellenberg. — Die Wiederbepflanzung der Weinberge in der deutschen Schweiz mit auf amerik. Unterlagen veredelten Reben. (*Z. Mitt. d. Gesellschaftschweiz. Landwirte*, 1921.)

276. — Reblausbekämpfung und Neubepflanzung der Rebberge in der Schweiz. (*Weinbau und Kellerwirtschaft*, 1923.)

277. Faes (H.). — La lutte contre le phylloxera en Valais et la reconstitution au vignoble. Lausanne, 1923.

278. Stummer (A.). — Die Reblausbekämpfung in der tschechoslowak Republik Anz. f. Schädlingskunde, 1925.

279. Dummler (A.). — Die Ergebnisse der Anbauversuche mit Pfropfreben in Baden. (*Weinbau u. Kellerwirtschaft*, 1925.)

280. Plessis (Du). — American Stocks in the viticulture of South Africa. (*Journ. Dep. Agr. Of. Sth. Africa*, 1925.)

281. Vidal (J.-L.). — Les porte-greffes dans les Charentes. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1925-1, p. 202, 228, 251, 274 et 298.)

282. Varii. — Zur Unterlagsfrage. (*Allegmeinen Wein-Zeitung*, 1927 et 1926.)

283. Gervais (P.). — La viticulture et les nouvelles observations sur la reconstitution du vignoble. (*XIII^e Cong. Int. d'Agr.* et *Prog. Agr. et Vit.*, 1927-1, p. 530, 555 et 579.)

284. Digenty (D.). — Untersuchungen über Anpassung der Ameriko-Amerikanischen u. Franko-Amerikanischen Unterlagssorten in Ungarn. (*Weine und Rebe*, 1928.)

285. Faes (H.). — La reconstitution du vignoble par les vignes américaines. (*Rev. de Vit.*, 1929-1, p. 329.)

286. Garcia de los Salmones (N.). — La Viticulture nationale espagnole. (*Rev. de Vit.*, 1929-2, p. 421.)

287. Faes (H.) et Piguet (G.-A.). — Contribution à la reconstitution du vignoble du Canton du Valais. (*Ann. Agr. de la Suisse*, 1930.)

288. Dalmasso (G.). — Viti americane e vitigni nostrani nella recostituzione e nella disciplina viticola delle Tre Venezie. (*Relazione al Conv. Vit. di Padova*, Padoue, 1934.)

289. Deloye (H.). — Quelques porte-greffes en grande culture (Oranie). (*Agria*, 1935.)

290. Desturel. — Les porte-greffes en Oranie. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1936-2.)

291. Deloye (H.). — Note sur les porte-greffes de l'Arrondissement de Tlemcen. (*Agria*, 1939.)

3° Études particulières sur les porte-greffes.

a. Riparia.

292. Davin (D^r). — Les Riparias. (*Vign. Américaines*, 1899, p. 7 et 28.)

b. Rupestris.

293. Joeger (H.). — Le Vitis Rupestris comme porte-greffe. (*Vign. Américaine*, 1881.)

294. Houdaille et Mazade. — Le Rupestris du Lot en terrains calcaires. (*Rev. de Vit.*, 1894.)

295. Barbut (G.). — Le Monticola Rupestris. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1894-1, p. 197.)

296. Richter (F.). — Le Rupestris du Lot. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1895-2 p. 663.)

c. Riparia-Rupestris.

297. Millardet (A.). — Deux porte-greffes : 101-14 et 101-16. (*Rev. de Vit.*, 1896, p. 205.)

298. Couderc (G.). — Description sommaire et valeur culturale des Riparia-Rupestris 3.306 et 3.309 et de leurs frères 3.307, 3.308 et 3.310. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1899 p. 646, 667 et 729.)

299. Gervais (P.). — Les Riparia-Rupestris. (*Rev. de Vit.*, 1902.)

300. Moog. (H). — Der Wert der Riparia-Rupestris 101-14 M. de G.; als Unterlage. (*Deutsche Weinbau*, 1927.)

301. Dalmasso (G.). — Riparia-Rupestris 3.309 C. (*Ann. della R. St. di Vit. ed Enol. Conegliano*, t. II, 2, 1927.)

302. Moog (H.). — Der Wert der Riparia-Rupestris 3.309 C. als Unterlage. (*Deutsche Weinbau*, 1928.)

303. Vivet (E.). — Les Riparia-Rupestris. (*Rev. Agr. de l'Afrique du Nord*, 1932.)

d. Vinifera-Rupestris.

304. Foëx (G.). — Les hybrides de Vinifera par Vitis-Rupestris. (*Vign. Américaines*, 1882.)

305. Ganzin (V.). — Les premiers hybrides d'Aramon par V. Rupestris. (*Vign. Américaines*, 1882.)

306. — Les Aramons Rupestris. (*Vign. Américaines*, 1887.)

307. Duc (F.). — Les Aramons-Rupestris Ganzin n° 1 et n° 2. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1894-2, p. 610.)

308. Ganzin (V.). — L'Aramon-Rupestris Ganzin n° 9. (*Rev. de Vit.*, 1900-2, p. 60.)

309. Gervais (P.). — Mourvèdre-Rupestris n° 1.202. (*Rev. de Vit.*, 1903.)

310. Guillon (J.-M.). — L'Aramon-Rupestris Ganzin n° 1. (*Rev. de Vit.*, 1903.)

311. Millardet (A.). — Un porte-greffe : Cabernet-Rupestris Ganzin n° 33 A. (*Rev. de Vit.*, 1905.)

312. Plausen (F.). — Recherches sur les dépérissements de l'Aramon-Rupestris Ganzin n° 1 en Sicile. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1919-2, p. 610.)

133. Feytaud (J.). — Sur le dépérissement phylloxérique du Mourvèdre-Rupestris 1.202 et de l'Aramon-Rupestris Ganzin n° 1 dans le nord de l'Espagne. (*Rev. de Vit.*, 1920-1, p. 168.)

314. Fayard (J. de) et Feytaud (J.). — A propos des Franco-Rupestris. (*Rev. de Vit.*, 1920-2, p. 294.)

315. Saliba (F.). — Sur quelques dépérissements phylloxériques en Algérie. (*Rev. de Vit.*, 1920-2, p. 474.)

316. Moog (H.). — Die Mourvèdre-Rupestris 1.202. (*Deutsche Weinbau*, 1928.)

317. — Cabernet-Rupestris 33 a und 33 a¹. *M. G.* (*Wein und Rebe*, 1929.)

318. Rousseau (E.). — Le Mourvèdre-Rupestris 1.202 (de Couderc). (*Rev. de Vit.*, 1932-1 et 2.)

319. Perold (A.-I.). — Quelques observations sur les Aramon-Rupestris Ganzin n° 1 et n° 2 au Cap. (*Rev. de Vit.*, 1932-2, p. 398.)

320. Saliba (F.). — Les porte-greffes franco-américains en Algérie. (*Rev. de Vit.*, 1934-2.)

e. Berlandieri.

321. Planchon (J.). — La vigne de Berlandieri. (*J. de l'Agr.*, 1880, t. III, p. 415.)

322. — Le Vitis Berlandieri, nouvelle espèce américaine. (*C. R. Ac. Sc.*, 1880.)

323. — Le Vitis Monticola (Buckley) et le Vitis Berlandieri (Planchon). (*Vign. Américaine*, 1881.

324. Gervais (P.). — Le Berlandieri. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1896-1, p. 403.)

325. Guillon (J.-M.). — Le Berlandieri et ses hybrides. (*Rev. de Vit.*, 1900-2 et 1901-1.).

326. Ravaz (L.). — Les vertus du Berlandieri et de ses hybrides. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1926-2, p. 356.)

f. Berlandieri-Riparia.

327. Millardet (A.). — Porte-greffe pour les terrains calcaires et argilo-calcaires. Berlandieri-Riparia n° 420 A. (*Rev. de Vit.*, 1899, p. 153.)

328. Gervais (P.). — Berlandieri-Riparia n° 157-11, Couderc. (*Rev. de Vit.*, 1901- , p. 474.)

329. Muth (Fr.). — Die Berlandieri-Riparia = Kreuzungen und ihre Anwendung in den preussischen Weinbaugebieten. (*Mitt. Deut. Landwirts*, 1927.)

330. Vivet (E.). — Les Berlandieri-Riparia. (*Rev. Agr. Agr. du Nord*, 1932.)

331. Anonyme. — Un nouvel hybride porte-greffe de Berlandieri-Riparia (8 B Teleki). (*Rev. de Vit.*, 1932-1.)

332. Teleki (A.). — A propos du Berlandieri-Riparia 8 B. (*Rev. de Vit.*, 1932-1.)

333. Ravaz (L.). — Les Riparia-Berlandieri. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1933-2, p. 493.)

334. Dalmasso (G.). — Guardarsi della esagerazioni. A proposito della Kober 5 BB. (*Giorn. di Agric. della Domenica*, n° 22, 1935.)

335. P.-L. — Le froid de mai et le Berlandieri Kober 5 BB. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1935-2 p. 135.)

336. Bonnet (A.). — Les nouveaux Riparia-Berlandieri. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1936-1, p. 375.)

337. Teleki (A.). — Les nouveaux Berlandieri-Riparia. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1936-2, p. 58.)

338. Ravat (J.-F.). — Teleki 5 BB et 8 B. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1936-1, p. 451.)

g. Berlandieri-Rupestris.

339. Leenhardt-Pomier (J.). — Les hybrides Richter, Montpellier, 1912.

340. Ravaz (L.). — Les hybrides de Rupestris-Berlandieri. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1919-2, p. 339.)

341. Bonnet (A.). — Les nouveaux porte-greffes à base de Berlandieri : Les hybrides Richter. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1921-1 et 2.)

342. Ravaz (L.). — Les Rupestris-Berlandieri dans le Sud-Ouest. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1922-1, p. 30.)

343. — Les Rupestris-Berlandieri. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1934-1.)

343. Vivet (E.). — Porte-greffes pour terrains calcaires. (*Rev. Agr. de l'Afr. du Nord.*, 7 sept. 1934.)

345. Bonnet (A.). — Sur le 57 R. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1937-1, p. 117.)

346. Ravaz (L.). — Sur le 57 R. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1937-1, p. 3 et 57.)

h. Berlandieri-Vinifera.

347. Millardet (A.) et Grasset (Ch de). — Un porte-greffe pour les terrains crayeux, Chasselas-Berlandieri n° 41. (*Rev. de Vit.*, 1894-1, p. 514 et 546.)

348. Guillon (J.-M.). — Les franco-Berlandieri. (*Rev. de Vit.*, 1902.)

349. Fenouil (E.). — Les Berlandieri (41 B et 420 A) en France, en Sicile et en Algérie. (*Rev. de Vit.*, 1908-2, p. 477 et 505.)

350. Grimaldi (C.). — Dépérissement des porte-greffes en Sicile. Hybrides de Berlandieri de première et de seconde génération. (*Cong. Vit. de Montpellier*, 1911, p. 178-183.)

351. Ravaz (L.). — A propos du 41 B. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1919-1, p. 274.)

352. — A propos du 333 E. M. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1925-1, p. 12.)

353. Verneuil (V.). — Le 333. (*Rev. de Vit.*, 1925-1, p. 87, et *Prog. Agr. et Vit.*, 1925-1, p. 136.

354. Tibbal (J.). — A propos du 333 E. M. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1925-1, p. 12.)

355. Moog (H.). — Die Unterlagsrebe Gutedel-Berlandieri 41 B. (M. de G. Geisenheim, s. d.)

356. Vidal (J.-L.). — La résistance phylloxérique des Berlandieri-Colombard. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1930-1, p. 140.)

357. — Sur les défaillances du Chasselas-Berlandieri 41 B. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1933-2, p. 453.)

358. — Orientation nouvelle des porte-greffes pour terrains calcaires et crayeux. (*Rev. de Vit.*, 1935-2. [Etude des *Berlandieri-Colombard.*].)

i. Divers.

359. Despetit (Dr). — Observations sur le Solonis. (*La vign. Am.*, 1877.)

360. Millard (A.). — A propos du V. Solonis. (*Vign. Am.*, 1878.)

361. Perraud (J.). — La résistance du Vialla en Beaujolais. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1894-2, p. 633.)

362. Millardet (A.). — Un porte-greffe des terres argileuses (106-8). (*Rev. de Vit.*, 1899, p. 289.)

363. Verge (G.). — Les nouveaux porte-greffes : Riparia-Berlandieri 161-49 Couderc et Vinifera-Rupestris 93-5 Couderc. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1913.)

364. Degrully (L.). — Producteurs directs employés comme porte-greffes. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1912-2, p. 553.)

365. Ravaz (L.). — L'Herbemont et le Noah comme porte-greffes. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1919-2, p. 555.

366. Varii. — Sur le 150-15 de Malègue in *Prog. Agr. et Vit.*, 1927-1, p. 284 et 386 et 1927-2, p. 528, 569 et 591.)

367. Mir (E.). — Les porte-greffes de Malègue. (*Prog. Agr. et Vit*, 1927-2, p. 569.)

368. Stummer. — Aramon-Riparia 143 B. Alg. (*Wein-Zeitung*, 1927.)

369. Girerd (F.). — L'Herbemont et le Noah comme porte-greffes. (*Prog. Agr. et Vit*, 1929-2, p. 609.)

370. Rives (L.). — Le Baco n° 1 comme porte-greffe. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1929-2, p. 593.)

371. Ravaz (L.). — A propos du Baco n° 1 comme porte-greffe. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1930-1, p. 8.)

372. — Le Noah porte-greffe. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1930-1, p. 205.)

373. — Sur le 150-15 (*Prog. Agr. et Vit.*, 1934-2, p. 56.)

374. Oisoue (Yasusi). — Utilisation d'un hybride de Rotundifolia comme porte-greffe résistant au phylloxéra. (*Rev. de Vit.*, 1935-2, p. 289.)

375. Branas (J.). — A propos des hybrides sujets P. Castel. (*Rev. de Vit.*, 1936-2.)

376. — Un porte-greffe peu connu, le 18.804 Castel. (*Ibid.*)

377. Ravaz (L.). — Le Jacquez porte-greffe. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1936-2, p. 488.)

378. — Sur le 196-17.(*Prog. Agr. et Vit.*, 1937-1, p. 149.)

379. Bord (G.). — Les hybrides de Pierre Castel. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1937-1, p. 233.)

380. Goyard (J.). — Le 216-3 Cl. (*Prog. Agr. et Vit.*, 1937-1, p. 349.)

Nota : *Voir aussi de 91 à 98.*

Conclusion.

L'essai, renouvelé, d'un grand nombre de porte-greffes a permis de confirmer les connaissances déjà acquises sur la valeur de la plupart.

Il permet de constater, qu'après les premiers efforts effectués au siècle dernier pour la reconstitution du vignoble, la diffusion des sujets intéressants est surtout fonction de la propagande commerciale qui est faite en leur faveur; par voie de conséquence, un certain nombre de porte-greffes n'ont pas été multipliés en dépit de leur indiscutable valeur, et un certain nombre d'autres ont été répandus alors qu'ils étaient sans mérite.

Une évolution générale peut, cependant, être saisie dans les désirs des utilisateurs lesquels recherchent plus particulièrement les sujets qui, représentant les aptitudes les plus étendues et les plus complètes, sont capables de se développer convenablement dans tous les sols. Cette sorte de polyvalence appartient particulièrement aux hybrides de *Vitis Berlandieri* (Planch.) avec d'autres espèces. Elle permet de n'effectuer le choix du sujet qu'en fonction de la vigueur montrée par chacun d'eux, ce qui est tout à fait rationnel.

L'intervention du Court-noué dans les vignes-mères sera fatale à certains porte-greffes; n'existant plus qu'à l'état d'individus malades, ils ne pourront plus servir à la multiplication.

Tout porte à croire que l'avenir verra surgir de nombreux sujets provenant, soit de nouveaux croisements dans lesquels *V. Berlandieri* est appelé à jouer un grand rôle, soit de F_2 obtenus à partir des sujets fertiles actuellement connus.

Conclusions générales.

La culture des vignes greffées a exigé des connaissances nouvelles et a enrichi les techniques viticoles de moyens supplémentaires dont l'action a été exactement définie.

L'œuvre accomplie depuis un peu plus d'un demi-siècle est considérable et il est peu de faits agricoles d'importance équivalente à celle de l'invasion phylloxérique, qui aient mieux montré les ressources magnifiques des paysans de notre pays.

Ils ont, en effet, donné pour l'accomplir le meilleur d'eux-mêmes et c'est à eux que revient le mérite de la perfection de la tâche accomplie, à eux et à ceux de leurs fils, qui ont su par leur travail, leur volonté et leur ténacité acquérir, parfois dans des circonstances difficiles, le caractère et le savoir qui élèvent.

Cette œuvre est une œuvre française dont nous sommes fiers parce qu'elle montre que les difficultés les plus graves ne suffisent pas dans notre pays pour modifier les grandes et belles choses au nombre desquelles il faut bien comprendre les vins de France. Et l'École de Montpellier a pris sa part des peines et des succès dans tous les pays où la vigne est cultivée pour la joie des hommes.

La tâche n'est cependant pas achevée et le problème de la reconstitution tend vers un aspect inédit.

La production des porte-greffes est dominée maintenant, en France et ailleurs, par la présence des maladies à virus, transmissibles au cours de la multiplication végétative et transmissibles aussi par d'autres voies. Cette conjoncture impose la création de

sujets nouveaux, et la protection sanitaire des anciens : ce problème est le plus pressant de l'heure. Sa résolution exige des décisions législatives qui sont envisagées en France, et qui seront applicables aux peuplements de pieds-mères et aux pépinières.

Enfin il faut convenir de ce qu'en plus de leurs inestimables acquisitions techniques, directement intéressantes pour les producteurs, les recherches suscitées par les conséquences de l'invasion phylloxérique en France, ont souvent manifesté un aspect scientifique tel que, tout en gardant le caractère d'applications des connaissances biologiques générales, elles se sont traduites par des résultats substantiels, desquels des applications ont pu être faites.

La vigne qui est la plante la mieux connue, s'avère être ainsi à l'égard de beaucoup de problèmes un matériel scientifique de premier ordre, et, au moins, un exemple probant pour la plupart des cultures arbustives.

SEMENCES

ET PREMIÈRES PHASES DU DÉVELOPPEMENT DES PLANTES

SE RENCONTRANT À PEU PRÈS PARTOUT DANS LES CÉRÉALES [1]

par Louis François,
Docteur ès Sciences,
Directeur de Laboratoire à la Station centrale d'Amélioration des Plantes.

Famille des Convolvulacées.

Une seule espèce à retenir dans cette famille : le Liseron des champs (*Convolvulus arvensis* L)., dont les semences présentent les caractères suivants : ce sont des graines anguleuses brunes, amincies aux deux extrémités, d'environ 4 millimètres de longueur et

Fig. 1. — Quatre graines de Liseron des Champs (*Convolvulus arvensis* L.)
(Grossissement : 5 à 6 fois environ.)

de 3 millimètres d'épaisseur dans leur partie moyenne. Chaque graine possède trois faces : deux faces planes : surfaces de contact avec la graine voisine et la cloison divisant en deux loges la capsule, fruit du Liseron, et une face bombée (face externe) plus large que les autres. La surface entière de la graine est couverte de tubercules très marqués. Le hile, situé à l'extrémité inférieure, a l'aspect d'une petite dépression circulaire (fig. 1)·

[1] Ce travail fait suite aux mémoires parus dans les *Annales des Épiphyties et de Phytogénétique*, t. II fasc. 2, p. 125-144 (1936). III, fasc. 1, p. 1-21 (1937) et t. IV, fasc. 4, p. 535-563 (1938).

Jeunes plantes.

Les jeunes plantes présentent, au sommet d'un axe hypocotylé très net et assez développé, deux larges cotylédons au limbe d'aspect cordiforme, aspect accentué par l'échancrure large et peu profonde de l'extrémité ; le pétiole grêle atteint ou dépasse un peu

Fig. 2. — Silhouette d'une jeune plante de Liseron des Champs,
(Grandeur naturelle. — Lettres et chiffres habituels.)

leur longueur. Les limbes des feuilles successives perdent assez rapidement cet aspect pour se rapprocher de la forme en fer de hallebarde du limbe des feuilles adultes : l'ensemble est glabre, comme l'est généralement la plante entière (fig. 2).

Famille des Borraginées.

Les plantes appartenant à cette famille ont pour semences des akènes dont la structure demande quelques explications. Le pistil se compose de deux carpelles soudés, contenant chacun deux ovules. Ces ovules, volumineux, distendent l'ovaire, au cours de leur développement et forment quatre protubérances hémisphériques, du centre desquelles paraît surgir le style, qui semble ainsi partir de la base de l'ovaire (style gynobasique). La fécondation effectuée, chacune des graines formées constitue, avec la portion du péricarpe qui l'entoure, un véritable akène. Le fruit entier est donc un ensemble de quatre akènes, ou, comme on dit : un tétrakène.

C'est à l'état d'akènes séparés que les semences des Borraginées se rencontrent dans celles des céréales. Ici, nous n'étudierons, dans cette première partie, que deux types de semences : celles du Grémil des champs (*Lithospermum arvense* L.) et de la Vipérine (*Echium vulgare* L.).

Fig. 3. — Akènes du Grémil des Champs (*Lithospermum arvense* L.).
(Grossissement : 9 fois environ.)
Remarquer, sur l'akène de droite de la figure,
la surface basale plus sombre que le reste
et portant deux petites protubérances en forme de chevilles.

Fig. 4. — Autre aspect des akènes du Grémil des Champs.
(Grossissement : 10 à 12 fois.)

1° Grémil des champs (*Lithospermum arvense* L.). — Semences d'environ 3 millimètres de long sur 1,5 à 2 millimètres de large dans leur région moyenne. Teinte allant du gris-jaunâtre au brun. Contour presque tétraèdrique. Surface entière, sauf la base, couverte de gros tubercules ou de plages rugueuses séparées par des sillons plus ou moins profonds (fig. 3 et fig. 4).

2° Vipérine (*Echium vulgare* L.). — Semences de dimensions un peu moindre que celles de l'espèce précédente qu'elle rappelle d'ailleurs, mais avec des angles plus

Fig. 5. — Akènes de Vipérine (*Echium vulgare* L.).
(Grossissement : 10 à 12 fois environ.)
Remarquer sur l'akène 1, les deux petites protubérances placées de part et d'autre du plan de symétrie de la surface basale triangulaire et la dépression circulaire près de l'angle interne de l'akène.

vifs et un sommet plus aigu. Pas de nombreux tubercules, mais de grosses protubérances, des sillons et deux arêtes latérales ondulées (fig. 5).

Un caractère important, permettant de séparer nettement le Grémil de la Vipérine est fourni par l'examen de la surface basale.

Dans le Grémil, cette surface, de forme ovale ou anguleuse, de même teinte ou de teinte plus foncée que le reste de l'akène, est plus ou moins bombée, à bord non tranchant et porte, dans le plan de symétrie, deux petites protubérances plus claires, l'une située près de l'angle interne de cette surface, l'autre en position diamétralement opposée.

Dans la Vipérine, la surface basale est nettement triangulaire, à angles vifs et à bord aigu. Sa teinte est d'un gris plus clair que celui du reste de l'akène et présente une petite dépression circulaire assez profonde près de l'angle interne, dans le plan de symétrie, puis deux petites protubérances coniques situées chacune en face d'un des angles latéraux du triangle formé par la surface de base. Ces deux protubérances sont donc disposées de part et d'autre du plan de symétrie, alors que dans le Grémil, elles sont dans ce plan même.

Jeunes plantes.

Les jeunes plantes du Grémil des Champs se distinguent immédiatement de toutes celles que nous avons vues par leur axe hypocotylé très velu ainsi que leurs cotylédons.

Fig. 6. — Jeune plante de Grémil des Champs. (Grandeur naturelle.) Lettres et chiffres habituels. — La villosité n'est pas venue, bien que très marquée.

Fig. 7. — Graine de Mélampyre des Champs (*Melampyrum arvense* L.)
(Grossissement : 6 à 8 fois environ.)

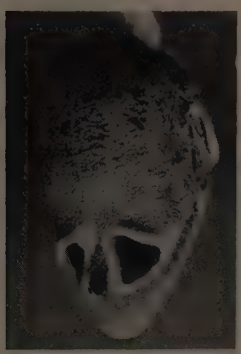


Fig. 8. — Capsule de Muflier (*Antirrhinum* sp.). Des trois orifices de déhiscence, deux sont ouverts ; le troisième serait situé à la pointe de la capsule.
(Grossissement : 6 fois environ.)

Les deux premières feuilles sont à limbe allongé, un peu aigu à l'extrémité et atténué en pétiole à la base. Une nervure médiane bien marquée parcourt le limbe d'un bout à l'autre. Toute la face supérieure est couverte de poils à l'exception de la nervure, alors que sur la face inférieure l'ensemble entier est velu, ce caractère de pilosité s'accentue sur les feuilles suivantes qui ont d'ailleurs la même forme que les premières (fig. 6).

Famille des Scrofulariées.

Un seul type de semences à retenir dans cette famille, celles du Melampyre des Champs (*Melampyrum arvense* L.). Ce sont des graines, ovoïdes, très allongées, presque cylindriques, de 4 à 5 millimètres de longueur environ, portant à la base lorsqu'elles sont complètes un appendice spongieux qui se brise d'ailleurs facilement. Leur teinte est ambrée et passe au noir avec le temps. Ces graines sont de consistance très dure, et à section cornée (fig. 7).

Par suite de leur taille légèrement inférieure à celle des grains de blé, les graines de Mélampyre se séparent assez difficilement de ceux-ci. Lorsque leur proportion est assez grande et qu'elles ont été réduites en poudre, elles donnent au pain, en mélange avec les farines, une coloration violette plus ou moins accentuée, accompagnée d'une saveur

Fig. 9. — Graines de Muflier grossies 14–15 fois environ.

âcre et d'une odeur particulière. On n'est pas très fixé sur la toxicité de ces graines; mais comme le Mélampyre des Champs est une plante parasite sur le système radiculaire des plantes voisines, il est à éliminer des cultures.

Remarque. — Il arrive de temps à autre que l'on rencontre dans les déchets de blé de meunerie, des capsules entières d'un Muflier (*Antirrhinum* Sp.) se reconnaissant facilement à leur aspect d'urne allongée, plus ou moins velue et qui présentent trois orifices de déhiscence, simulant assez bien un squelette de tête humaine, d'où le nom vulgaire de «tête de mort» donné à la plante (fig. 8 et fig. 9).

Famille des Salsolacées.

Pour l'instant nous ne retiendrons qu'une seule espèce, le Chénopode blanc (*Chenopodium album* L.) si commun partout. Les semences sont ici des akènes qui peuvent se présenter sous trois formes différentes. Un premier type, assez rare dans les semences

ayant subi des frictions lors des battages par exemple, consiste en un fruit encore enveloppé du périanthe. Celui-ci comprend 5 sépales gris-verdâtres ou jaunâtres, d'aspect membraneux, courbés, enveloppant étroitement l'akène lenticulaire qu'ils cachent com-

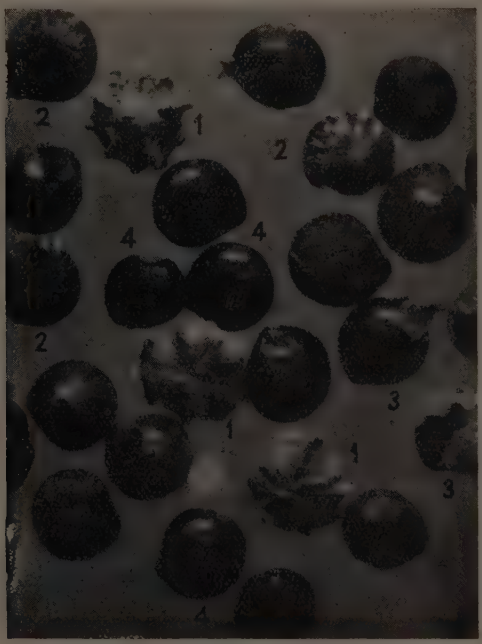


Fig. 10. — Divers aspects des semences du Chénopode blanc (*Chenopodium album* L.). (Grossissement : 12–13 fois environ.)

plètement. Les sépales possèdent chacun une carène fortement relevée, de sorte que l'ensemble prend l'aspect d'une étoile pentagonale (1 fig. 10).

Un second type, très fréquemment réalisé, consiste en semences où l'akène, dégagé du calice est encore enveloppé par le péricarpe qui se présente sous forme d'une mince enveloppe grise ou noirâtre, rugueuse avec souvent des stries radiales (2 fig. 10 et fig. 11).

Fig. 11. — Divers aspects des semences du Chénopode blanc. (Grossissement : 10 fois environ.)

Enfin, lorsque des frictions plus ou moins énergiques ont pu faire sauter partie ou totalité du péricarpe, la semence apparaît soit accompagnée de débris de celui-ci (3 fig. 10 et fig. 11) soit complètement libre (4 fig. 10 et fig. 11). C'est alors une graine d'environ 1 millimètre à 1,25 millimètre de diamètre, lenticulaire, à bord caréné aigu, à surface lisse, noire et luisante. L'embryon encerclant l'albumen, cette disposition retentit sur l'extérieur de la graine qui présente un pli radial et deux angles mousses correspondant, l'un à l'extrémité de la radicule, l'autre à celle des cotylédons (4 fig. 10 et fig. 11).

Jeunes plantes.

Elles présentent, au sommet d'un axe hypocotylé, bien développé, des cotylédons assez longuement pétiolés et à limbe plus ou moins lancéolé. Les premières feuilles apparaissent par paires, semblent opposées, rappellent en plus grand les cotylédons et ne portent aucune découpure, contrairement aux feuilles définitives. D'ailleurs, comme ces dernières, elles sont couvertes d'une pulvérulence blanche, se détachant au moindre frottement (fig. 12).

On pourrait rapprocher de l'espèce précédente le Chénopode hybride (*Chenopodium hybridum* L.), qui diffère du Chénopode blanc, d'abord par son périanthe moins forte-

Fig. 12. — Jeunes plantes de Chénopode blanc.
Lettres et chiffres habituels. (Grandeur naturelle.)

ment caréné et laissant apercevoir le sommet du fruit, puis par la graine plus grande (2 millim. de diamètre environ) à bord moins aigu, à surface rugueuse et d'un noir terne (fig. 13).

Famille des Polygonées.

Dans cette famille, une seule espèce retiendra notre attention : la Renouée Liseron (*Polygonum Convolvulus* L.). Les semences sont des akènes allongés, pointus aux deux extrémités, à trois faces bombées se coupant suivant des arêtes courbes, aiguës. Ces akènes atteignent de 3 à 4 millimètres de long, avec 1,5 à 2 millimètres de largeur et se présentent sous trois aspects différents. Nous savons que dans ce groupe de plantes le calice persiste autour du fruit; la semence possède alors un aspect jaune brun ou gris qui tient à la couleur du périanthe desséché (1 fig. 14). Au contraire, la semence est noire si le périanthe a été détruit par un moyen quelconque (2 fig. 14). Enfin, il existe — et c'est le cas le plus fréquent — des aspects intermédiaires, le périanthe ayant été seulement en partie détruit (3 fig. 14).

Jeunes plantes.

Les jeunes plantes sont constituées de la manière suivante : elles possèdent un axe hypocotylé assez long, de teinte carminée, passant plus ou moins au vert pâle dans sa

Fig. 13. — Divers aspects des semences de Chénopode hybride (*Chenopodium hybridum* L.)
En 1, le périanthe laisse apercevoir le sommet du fruit.
(Grossissement : 9 fois environ.)

Fig. 14. — Divers aspects des akènes de la Renouée Liseron (*Polygonum Convolvulus* L.).
(Grossissement : 5-6 fois environ.)

partie supérieure et terminé par les deux cotylédons épanouis, de forme analogue à ceux de beaucoup d'autres plantes; mais les feuilles successives, avec leur limbe en cœur à

pointe aigüe, leur long pétiole, sont identiques à celles de la plante adulte, sans qu'il y ait de formes transitoires (fig. 15).

Fig. 15. — Jeune plante de Renouée Liseron.
Lettres et chiffres habituels. — (Grandeur naturelle.)

Famille des Liliacées.

Avec cette famille nous arrivons aux plantes monocotylédones. Dans la famille des Liliacées, deux types de plantes nous intéressent : le Muscari à toupet (*Muscari comosum* Mill.) et quelques espèces du genre Ail (*Allium*).

Les semences du Muscari à toupet sont des graines qui se rencontrent très fréquemment dans les Céréales et parfois en quantités abondantes. Elles sont globuleuses, d'environ 2 millimètres de diamètre, noires mates, couvertes de rugosités. Un petit point saillant et plus clair, blanc le plus souvent, se remarque aisément à la loupe (fig. 16).

Dans le genre Ail, ce qu'on trouve mélangé aux semences des céréales ne sont plus des fruits ou des graines, mais des formations spéciales, sortes de bourgeons : les bulbilles aériens, qui, se détachant des inflorescences, où ils remplacent un certain nombre de fleurs (fig. 17) ont la faculté de multiplier la plante à la manière des boutures. Ces bulbilles, très nuisibles, peuvent, au battage, se mélanger aux semences de céréales, encrassant les meules ou les cylindres, et communiquent à la farine un goût alliacé désagréable.

Parmi les espèces le plus fréquemment rencontrées à cet état dans les semences des céréales, du blé en particulier, on peut citer tout d'abord l'Ail des Vignes (*Allium vineale* L.), qui, malgré son nom, dû à sa présence dans les vignes, est des plus communs dans les

moissons. C'est une plante à fleurs d'un rose pâle ou blanchâtres, serrées en tête globuleuse, souvent entièrement bulbillifère.

Vient ensuite l'Ail potager (*Allium oleraceum* L.) qui produit également, dans ses inflorescences, un grand nombre de bulbilles. Citons encore, mais à un moindre titre, l'ail Rocambole (*Allium Scorodoprasum* L.).

D'une manière générale l'inflorescence de l'Ail des Vignes contient toujours un grand nombre de bulbilles qui parfois même existent seuls; ils forment alors un ensemble sphérique très serré et constituent la variété *A. compactum* Thuill. de l'espèce

Fig. 16. — Graines du Muscari à toupet (*Muscari comosum* Mill.) (Grossissement : 9 fois environ.)

Fig. 17. — Bulbilles d'*Allium vineale*. (Grossissement : 4 à 6 fois environ.)

vineale (fig. 17). Ces bulbilles dont la taille varie de 7 à 10 millimètres, sont des corps ovoïdes allongés, s'atténuant en pointe mousse ou en petite surface pour se fixer sur le réceptacle; ils sont au contraire élargis vers leur tiers supérieur, où ils peuvent atteindre 2 à 2,5 millimètres d'épaisseur, et se terminent brusquement en une pointe généralement très courte et souvent recourbée en crochet. Leur teinte est de couleur paille, lavée de brun à la partie supérieure (fig. 18).

Fig. 18. *Allium vineale* var. *compactum* Thuill. L'ombelle totalement formée de bulbilles. — (Grandeur naturelle.)

Leur structure est la suivante : une enveloppe membraneuse protège le bulbille sans y adhérer tout à fait, sauf à la base et présente les colorations, ainsi que la petite pointe crochue signalées ci-dessus. Cette sorte de tunique, dans les bulbilles mûrs est souvent fendue soit vers sa partie inférieure, soit sur toute ou à peu près toute sa longueur. Elle peut s'enlever facilement et laisse à nu le bulbille qui apparaît coloré en vert clair, et dont la forme est celle d'une massue terminée brusquement par une petite protubérance située juste sous la pointe de la tunique. Sur une section longitudinale on peut distinguer, à l'aide d'une loupe, et dans l'axe même du bulbille, un organe cylindro-conique et occupant toute la longueur, à l'exception de la base. Cet organe forme, à l'extrémité supérieure, la protubérance dont il vient d'être parlé et se rattache, vers le bas, à une courte masse vaguement conique, analogue au plateau d'un bulbe. Ce plateau, tige rudimentaire, porte un bourgeon terminal dont la première

feuille, réduite à une gaine, à ce moment fermée au sommet, est seule visible et forme la petite pointe décrite plus haut. A l'abri de cette gaine, la seconde feuille est déjà en voie de développement. Le tout est enveloppé d'une masse charnue non adhérente à la gaine. A la base du plateau naissent, comme à l'ordinaire, des racines adventives (fig. 19) qui s'en détachent à côté de la surface de fixation du bulbille sur le réceptacle. Cette structure est de tout point comparable à celle d'un bulbe, ou mieux, d'un caïeux, la seule différence réside dans la taille, réduite dans le bulbille, volumineuse dans le caïeux.

Fig. 19. — Section longitudinale d'un bulbille.— F : première feuille réduite à une gaine d'abord fermée au sommet. R : racines adventives. P : plateau. — (Grossissement : 4 5 fois environ.)

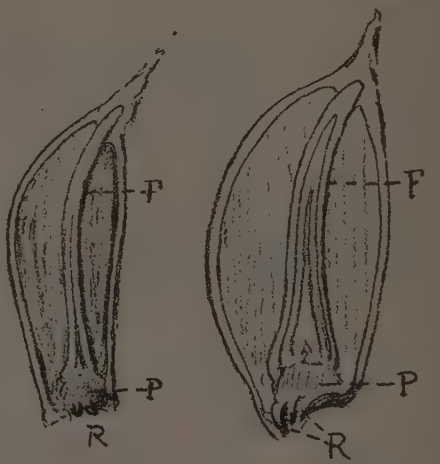


Fig. 20. — Structure d'un caïeux d'*Allium sativum* L. P : plateau. F : première feuille en forme de gaine d'abord fermée au sommet. R : racines adventives. (Grandeur naturelle.)

Si on isole du bulbe un caïeux d'Ail commun (*Allium sativum* L.) par exemple, dont la taille assez grande permet de voir plus facilement les particularités de structure, on

Fig. 21. — Bulbilles au début de leur vie active. — 1 : première feuille en forme de gaine. R : racines adventives. (Grossissement : 6 à 7 fois environ.)

Fig. 22. — État plus avancé ; la première feuille 1, en forme de gaine, s'est beaucoup développée. On aperçoit nettement la tunique extérieure fendue sur le côté.

distingue, à l'extérieur, une enveloppe membraneuse constituée par une tunique mince et desséchée protégeant la masse du caïeux et terminée en pointe à son extrémité supé

rieure sur une section longitudinale, pratiquée suivant le plan de symétrie, plan facile à déterminer si l'on a choisi un caïeux de section triangulaire (2 faces planes internes, une face courbe externe), on remarque, à la base une petite masse plus ou moins conique ou grossièrement elliptique; c'est le plateau P, tige rudimentaire, portant à la base et à l'extérieur du plan de fixation du caïeux, un paquet de racines, déjà bien apparentes en coupe, mais encore à peu près invisibles de l'extérieur. Dans sa partie supérieure se trouve un bourgeon terminal, dont la première feuille est une gaine apparaissant sous forme d'une pointe ou d'une protubérance faisant saillie à la partie supérieure du caïeux. Cette gaine protège des feuilles en voie de développement, et après s'être allongée, s'ouvrira pour les laisser passer. Cet ensemble qui n'est pas soudé à la masse du bulbe peut être dégagé de la tunique épaisse et charnue qui, en volume, forme la masse principale du caïeux (fig. 20). Si l'on veut bien comparer la coupe longitudinale d'un caïeux avec celle d'un bulbille, on verra du permier coup d'œil l'identité de ces deux formations. D'ailleurs, beaucoup d'auteurs donnent le nom de bulbille aux caïeux.

Au moment, où un bulbille va entrer en végétation active ou, comme on dit, à tort, en « germination », les racines apparaissent à travers la fente de la tunique externe, fente qu'elles contribuent souvent à créer (fig. 21 et 22). La tunique externe peut d'ailleurs persister pendant toute la période de germination, qu'elle ne paraît gêner en rien. Bientôt, la partie aérienne de la plante se développe rapidement, la gaine blanchâtre s'allonge et lorsqu'elle atteint environ 3 à 4 centimètres, s'ouvre un peu au-dessous du sommet qui forme ainsi une sorte de petit capuchon rejeté sur le côté (fig. 23). La seconde feuille, nettement colorée en vert, apparaît alors, passe par l'ouverture de la première croît rapidement, prend un aspect filiforme cylindrique pouvant atteindre 18 à 20 centimètres. Assez longtemps après, la troisième feuille apparaît passant à travers une perforation de la seconde qui se forme en un point variable, soit tout à fait à la base, là où la seconde feuille est incluse, dans la première, soit bien au-dessus de ce point. Cette disposition s'explique facilement si l'on veut bien se rapporter à la structure d'un bulbille.

Fig. 23.— Bulbille en voie de vie active. — 1 : première feuille; 2 : seconde feuille.

Ce développement peut avoir lieu pour les bulbilles demeurés en place; on voit alors la tête entière hérissée de feuilles analogues aux précédentes, alors que les racines s'enchevêtrent là où elles peuvent s'insinure.

A propos de la variété *compactum*, plusieurs auteurs : Boreau, de Pouzolz, Royer, etc., ont donné des notes dans divers ouvrages; je citerai seulement ici l'opinion de Royer : « Le plus souvent, l'ombelle (de l'*Allium vineale*) est presque totalement bulbifère. En grossissant, les bulbilles se serrent et se repoussent mutuellement; sous ces efforts en sens contraire, il peut arriver que l'ombelle se fende avec le sommet de la tige, et l'inflorescence paraît se composer de deux ou trois têtes ».

BIBLIOGRAPHIE.

A. Boreau. — Flore du Centre de la France (1857).
de Pouzolz. — Flore du Gard (1862).
Royer. — Flore de la côte-d'Or (1883).

Famille des Graminées.

Les Graminées ont pour nous une importance de premier ordre puisque le blé et toutes les céréales (sauf le Sarrasin) sont des plantes de cette famille. D'une manière générale,

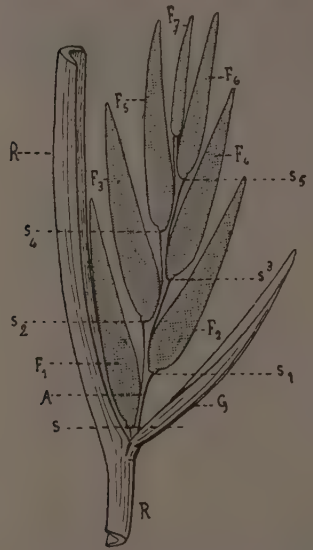


Fig. 24. — Épillet (à demi-schématique) du Ray-grass anglais (*Lolium perenne* L.). (Grossissement : 4,5 fois environ.)

R, R, axe (rachis) de l'inflorescence. — A, axe (rachilla) de l'épillet. — S, S_1, S_2, etc., points où l'axe de l'épillet se brise à la maturité. Chaque fleur, devenue alors une semence (telle qu'on l'entend au sens agricole) entraîne avec elle un fragment de la rachéole ou rachilla (pédicelle, baguette). Ainsi, la fleur F_1 à la maturité, entraîne la partie S S_1, la fleur F_2 la partie S_1, S_2, etc.

le rôle des Graminées est considérable dans l'économie agricole; c'est pourquoi, avant de décrire les semences des Graminées que nous trouverons fréquemment dans nos

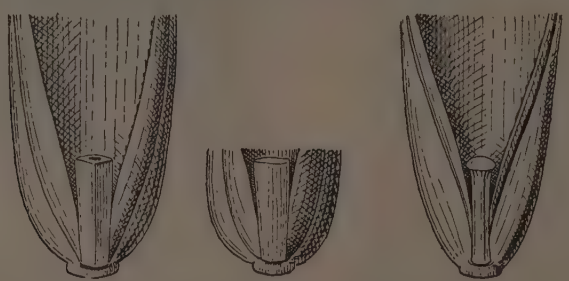


Fig. 25. — Parties inférieures des semences de Ray-grass anglais (*Lolium perenne* L.)., à gauche et au centre, et de Fétuque des Prés (*Festuca pratensis* Huds.), à droite. Remarquer la différence dans la forme du «pédicelle», fragment du rachilla.

moissons, il est bon d'insister sur les caractères des semences des plantes de cette famille et plus particulièrement de celles où le caryopse reste enveloppé dans ses glumelles.

Pour nous rendre compte des caractères morphologiques externes d'une semence de ce type, prenons comme exemple le Ray-grass anglais (*Lolium perenne* L.) (fig. 24). Chacun des épillets dont l'ensemble constitue l'inflorescence se désarticule à la maturité;

l'axe se brise de telle sorte que chaque semence porte sur sa face ventrale (côté de la glumelle supérieure) une portion de cet axe, représentant, non la partie qui supporte la semence elle-même, mais celle qui la suit immédiatement. Cette portion de l'axe de l'épillet porte, dans le commerce, le nom de pédicelle ou de baguette et peut avoir une importance assez notable pour la détermination des semences qui le possèdent. C'est ainsi que, dans le cas qui nous occupe, la section aplatie ou losangique de ce pédicelle, sa position appliquée contre la glumelle supérieure, permettent de séparer nettement le Ray-grass anglais de la Fétuque des Prés (*Festuca pratensis* Huds) dont les semences ont un aspect très analogue, mais où le pédicelle, toujours plus ou moins cylindrique, légèrement écarté de la glumelle supérieure, présente un sommet occupé par un petit plateau ou une surface légèrement bombée (fig. 25).

Les semences vêtues des Graminées peuvent encore présenter d'autres caractères, par exemple être munies d'une, ou parfois de deux arêtes. La position, la forme de ces appendices sont très variables. L'arête toujours portée par la glumelle inférieure peut être soit terminale comme dans les Fétuques : Fétuque ovine (*Festuca ovina* L.) et ses variétés; Fétuque rouge (*Festuca rubra* L.), Fétuque hétérophylle (*Festuca heterophylla* Lamk), soit placée légèrement au-dessous du sommet comme dans les Bromes (*Bromus*), soit fixée tout à fait sur le dos : Avoine élevée (*Avena elatior* L.), soit enfin à la base comme dans la Canche gazonnante (*Aira cæspitosa* L.). D'autre part, cette arête, assez souvent droite, peut être coudée et, dans ce cas, la portion qui s'étend entre le point d'attache de l'arête et la partie coudée est tordue en hélice.

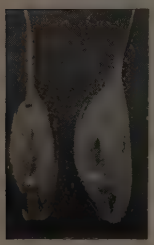


Fig. 26. — Deux aspects des semences d'Ivraie (*Lolium temulentum* L.). – (Grossissement : 3 f. environ.)

Fig. 27. — Semences d'Ivraie (*Lolium temulentum* L.). — A gauche, face ventrale; à droite, face dorsale. (Grossissement : 5 fois environ.)

Je ne m'étendrai pas davantage sur ces généralités qu'on trouvera décrites en détail dans mon ouvrage : « Les semences des plantes cultivées et leur détermination ».

Nous allons examiner les semences des Graminées suivantes qui se rencontrent communément dans les céréales : Ivraie (*Lolium temulentum* L.), Brome Faux-Seigle (*Bromus secalinus* L.) et Folle Avoine (*Avena fatua* L.).

1° Ivraie. (*Lolium temulentum* L.). Il s'agit ici d'une espèce dangereuse, et qui, mélangée au blé, peut communiquer à la farine des propriétés toxiques. Il est donc nécessaire de bien connaître cette semence qui devra être éliminée avec soin. Dans chaque semence, la glumelle inférieure porte une arête qui peut être aussi longue qu'elle et même dépasser cette dimension; mais elle peut aussi faire défaut. Sans l'arête, la semence mesure de 6 à 7 millimètres de long et est relativement très épaisse. Le pédicelle rappelle, en plus fort, celui du Ray-grass anglais (fig. 26 et 27).

2° Brome Faux-Seigle. (*Bromus secalinus* L.). Cette espèce, très commune dans les moissons, ne possède pas les propriétés toxiques de la précédente et n'est nuisible que

par la place qu'elle occupe au détriment du blé. Les caractères de la semence sont les suivants; glumelle inférieure munie, un peu au-dessous du sommet, d'une arête assez courte; cette glumelle enveloppe le caryopse presque en entier à l'exception d'un espace plus ou moins étroit, sur la face ventrale où la glumelle supérieure est nettement visible. Celle-ci porte sur chacune des deux carènes qui bordent le sillon profond de la face

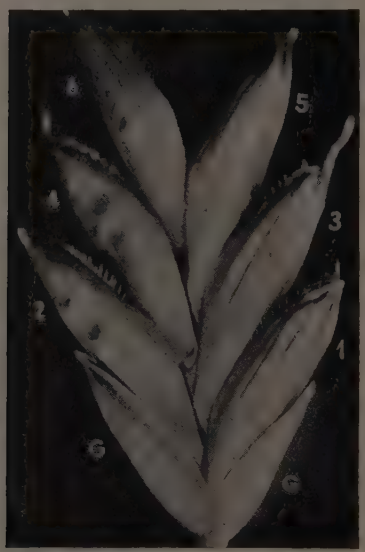


Fig. 28. — Fragment d'un épillet du Brome Faux-Seigle (*Bromus secalinus* L.) — G. G., les deux glumes; 1, 2, 5, semences (caryopses enveloppés chacun de leurs glumelles). (Grossissement : 5 à 6 fois environ.)

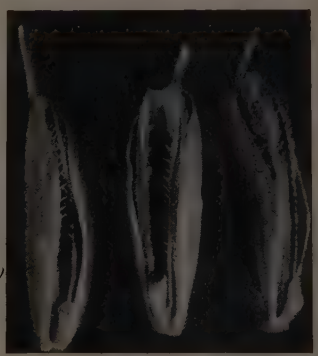


Fig. 29. — Deux aspects d'une semence de Brome Faux-Seigle (*Bromus secalinus* L.). — (Grossissement : 5 fois environ.)

Fig. 30. — Deux aspects du « pédicelle » de Folle Avoine (*Avena fatua* L.). — Remarquer la section très oblique (partie supérieure); dans la figure de gauche, les poils qui masquent le pédicelle vu de face ont été enlevés en partie. A droite, le pédicelle vu de côté. — (Grossissement : 5 fois environ.)

ventrale, une ligne de cils courts, raides et espacés. La forme du pédicelle est très caractéristique; il est légèrement courbé en arc, relativement court, épais régulièrement élargi de la base au sommet, la convexité à l'extérieur et se termine par une section oblique à peu près circulaire. Ceci détermine pour chaque semence d'un épillet, une surface de fixation sur l'axe, également oblique.

La longueur de la semence, sans l'arête, est de 7 millimètres environ avec une épaisseur relativement grande (fig. 28 et 29).

3° Folle avoine. (*Avena fatua* L.). — Les échantillons de céréales renferment de temps en temps des semences de cette espèce. Chaque épillet, long de 20 à 25 millimètres, à glumes grandes et très ouvertes, contient deux grains enveloppés de leurs glumelles. La glumelle inférieure de chacun est terminée par deux fines dents et porte une forte arête coudée, longue de près de 20 millimètres, d'un brun foncé, attachée vers le milieu

de la face dorsale ou un peu au-dessous de ce point. Cette arête, d'environ 4 centimètres de long, est tordue en hélice, dans sa moitié inférieure; sous l'influence de l'humidité, cette portion se détord, ce qui détermine pour la partie libre, une rotation dans le sens

Fig. 31. — Deux aspects d'une semence de Folle Avoine. — Remarquer la surface de base, oblique et en fer à cheval, ainsi que les poils nombreux recouvrant le pédicelle, et formant à la base de la semence deux touffes divergeantes.

Fig. 32. — Base fortement grossie d'une semence de Folle Avoine, vue du côté de la face ventrale et légèrement de profil. — Remarquer la base de la semence et la forme du pédicelle.

Fig. 33. — Moitié inférieure de la même semence vue de face.

des aiguilles d'une montre. De nombreux poils, longs souvent de 5 millimètres, d'un brun-jaunâtre ou blanchâtres, hérissent la glumelle inférieure, s'étendant de sa base jusqu'à peu près au point d'attache de l'arête. Le pédicelle, d'environ 2,5 à 3 millimètres de long, plat, légèrement arqué, s'élargit de la base au sommet, occupé par une petite

surface triangulaire très oblique; de nombreux poils, analogues à ceux déjà décrits, couvrent, en divergeant, la face antérieure du pédicelle (fig. 30). Enfin, la base de la semence est occupée par une surface déprimée, plus ou moins triangulaire ou en fer à cheval, correspondant à celle qui termine le pédicelle (fig. 31 et 32).

Jeunes plantes.

Les deux jeunes plantes de ces trois espèces de Graminées présentent les caractères suivants :

Ivraie (*Lolium temulentum* L.), coléoptile d'un rouge lie de vin très accentué, glabre, perforé un peu au-dessous du sommet, lequel, rejeté sur le côté, forme un petit repli rose. La gaine de la première feuille, glabre également, à peine teintée de brun rouge à la base, rarement sur toute sa longueur, tranche brusquement sur la couleur du coléoptile. L'ensemble des feuilles successives, d'un vert clair ne montre, comme d'ailleurs la plante adulte aucune pubescence.

Brome Faux Seigle (*Bromus secalinus* L.). — Coléoptile rouge lie de vin, au moins dans sa partie supérieure, ainsi que la base du limbe de la première feuille, le tout bien moins accentué que dans l'Ivraie; la gaine de la première feuille, parfois velue, est en général glabre, ainsi que celle de la seconde : caractère d'ailleurs variable.

Folle Avoine (*Avena fatua* L.). — Coléoptile glabre, d'un blanc jaunâtre, se teintant de vert à sa partie supérieure.

BIBLIOGRAPHIE.

1896-1899. T. Husnot. — Graminées.
1912-1937. Gaston Bonnier. — Flore complète de France, Suisse et Belgique.
1906. Abbé H. Coste. — Flore de France, de Corse et des contrées limitrophes.
1936. Les mauvaises herbes et leurs graines (*Bull. des cultivateurs,* n° 15 revisé) : Publication de la Division des semences du Ministère de l'Agriculture du Canada.
1937. Omer Caron. — Les mauvaises herbes, nature, méfaits, destruction (*Bull. n° 103* du Ministère de l'Agriculture de la Province de Québec.)
1937. O. Caron et G. Maheux. — Les mauvaises herbes les plus nuisibles (même référence.)
1938. K. Meyer-Hermann. — Erkennen und Bekampfen der Ackerunkräuter im Jugendstadium).

CONTRIBUTION À L'ÉTUDE

DES LODICULES (OU GLUMELLULES) DE L'ORGE,

(*H. SATIVUM* JESS.)

par P. BERGAL,[1]

Directeur technique
de la Société d'encouragement de la culture des orges de brasserie et des houblons en France,
Maule. (S.-et-O.)

Introduction.

Différents auteurs ont décrit les caractères distinctifs de l'orge. Très peu ont étudié les lodicules (ou glumellules). En 1899, ATTERBERG remarque que les lodicules permettent de reconnaître l'espèce élémentaire à laquelle appartient le grain d'orge. Plus tard, en 1908, BROILI confirme les observations d'ATTERBERG. Mais, poussant plus avant l'étude des lodicules, il constate une différence très nette entre la surface des lodicules des orges *Nutans* et celle des orges *Erectum* : les orges *Nutans* ont des lodicules plus grands que ceux des orges *Erectum*. L'étude à laquelle nous nous sommes livré nous a permis d'abord de confirmer les observations de BROILI, puis de mettre en évidence plusieurs caractères importants dont la constance a été vérifiée sur des variétés provenant de milieux différents.

L'observation des lodicules ne peut être faite qu'après enlèvement de la glumelle inférieure du grain. Mais leur position naturelle ne permet qu'une observation sommaire et non détaillée. C'est pourquoi nous avons été amené à les isoler pour chaque variété et à les monter entre lame et lamelle après coloration. Nos observations ont porté d'abord sur les organes en place, ensuite sur des préparations colorées.

Observation des lodicules en place.

Les lodicules de l'orge sont au nombre de deux. Ils sont situés sous la glumelle inférieure du grain, à la base de celui-ci et tout contre l'embryon. Les deux lodicules sont soudés entre eux à leur point d'insertion. Ils sont placés de part et d'autre de l'axe de

[1] Travail effectué à la Station centrale d'Amélioration des plantes de Versailles.

l'épillet dont ils sont solidaires et recouvrent plus ou moins l'embryon. L'insertion a lieu sur une portion de callus, soudé à la fois à la glumelle supérieure du grain et du rachillet. Les deux lodicules sont symétriques par rapport au plan de symétrie du grain.

Chez les orges à épi lâche (*Nutans*) les deux lodicules contournent légèrement l'embryon sur le côté et le recouvrent en partie (le lodicule effectue environ 1/4 de tour de spire). De ce fait, une bonne partie de la surface des lodicules n'est pas visible de face.

Chez les orges à épi compact au contraire (*Erectum-Zeocrithum*) les lodicules ne contournent pas l'embryon, mais sont presque parallèles et viennent s'appliquer directement sur lui. Dans ce cas, les deux lodicules sont presque entièrement visibles.

Nous avons dénommé : Type I, le mode d'insertion des *Nutans*; Type 2, le mode d'insertion des *Erectum* (fig. 1).

Lorsque les épis sont jeunes (état vert), c'est-à-dire quelques jours après l'épiaison,

Fig. 1. — Insertion des lodicules.
A gauche : Type I. *H. distichum nutans.* — A droite : Type II. *H. distichum erectum.*

les lodicules des orges à épi lâche (*Nutans*) présentent la même position que ceux des orges à épi compact (*Erectum-Zeocrithum*). Ce n'est qu'un peu plus tard que les lodicules des orges *Nutans* prennent leur position définitive.

Nous avons également étudié les *orges à 6 rangs*. Nous avons pu constater qu'il existait de même deux types d'insertion des lodicules, absolument comparables à ceux des orges à 2 rangs :

1° Pour les orges à 6 rangs à épi lâche (*Pallidum*), on observe la même disposition que chez les orges à 2 rangs, à épi lâche (*Nutans*); 2° Pour les orges à 6 rangs, à épi compact (*Parallelum-Pyramidatum*), on constate le même mode d'insertion que chez les orges à 2 rangs à épi compact (*Erectum-Zeocrithum*).

En ce qui concerne les orges à 2 rangs, à épi compact (*Erectum-Zeocrithum*) et les orges à 6 rangs à épi compact (*Parallelum-Pyramidatum*) nous avons observé des exceptions : sur 25 variétés appartenant au groupe *Erectum*, 3 présentent des lodicules à insertion du type *Nutans*.

Faisons remarquer dès maintenant que les différentes observations que nous avons faites sur les lodicules colorés, et que nous verrons plus loin, conduisent à séparer toujours ces trois mêmes variétés des autres *Erectum*. Par contre, ni chez les orges du groupe *Nutans*, ni chez les orges du groupe *Pallidum*, nous n'avons trouvé d'exceptions.

On a l'habitude de différencier les orges à 2 rangs à épi lâche (*Nutans*) des orges à 2 rangs à épi compact (*Erectum*) : 1° Au moyen de l'épi, en faisant appel à la compacité ; 2° au moyen du grain, par l'observation de la base dorsale du grain.

La séparation entre les groupes *Nutans* et *Erectum* par la compacité de l'épi est relativement facile. L'observation de la base dorsale du grain (forme du point d'attache définie par Atterberg) ne permet pas de séparer d'une façon précise, les orges *Nutans* des orges *Erectum*.

Le bourrelet qui caractérise le type *Erectum* n'existe pas toujours. Il reste souvent attaché au rachis. De plus, la base du grain est toujours plus ou moins abîmée ou brisée, soit au battage, soit lors des manipulations. La base des grains des orges du type *Erectum*, présente donc assez souvent un biseau analogue à celui des types *Nutans*.

Nous pensons que le mode d'insertion des lodicules, permet de définir plus aisément, le groupe auquel appartient un grain et de déterminer ainsi plus exactement la pureté d'un échantillon. Nous avons pensé qu'il était peut être possible de pousser plus loin la discrimination des différentes variétés par l'observation d'autres caractères des lodicules. C'est leur observation, après coloration, qui nous a permis de mettre en évidence les caractères les plus importants.

Choix d'une technique de coloration.

Après l'étude de plusieurs colorants, c'est la safranine à 0,2 p. 1000 dans l'alcool à 70° qui nous a donné les meilleurs résultats.

Normalement, la glumelle inférieure du grain comprime fortement les lodicules contre l'embryon. C'est pourquoi ceux-ci sont toujours plus ou moins froissés et plissés à l'état sec. Pour ramollir les tissus, et faciliter la pénétration du colorant, les lodicules sont placés dans l'alcool à 20° ou 30° pendant 3 ou 4 heures.

Les lodicules sont ensuite colorés à la safranine pendant une durée d'environ 5 heures. Ils sont lavés rapidement et successivement dans l'alcool à 80°, puis à 96°, enfin deux fois dans l'alcool absolu. Chaque lavage dure environ 1 à 2 minutes. Ils sont enfin passés dans le xylol pendant 2 ou 3 minutes.

Les différents lavages à l'alcool, tout en déshydratant les tissus, atténuent la coloration qui passe progressivement du rouge vif au rouge clair. La coloration est alors fixée. Les lodicules sont montés normalement entre lame et lamelle dans le baume de canada au xylol. Ainsi faites, les préparations sont très transparentes et la coloration très durable.

Pour une observation rapide, la préparation colorée à la safranine à 2 p. 1000 dans l'alcool à 70° pendant une demi-heure environ, puis lavée dans l'alcool à 96°, est montée directement dans la glycérine pure. Dans ce dernier cas, la coloration s'atténue assez vite et disparaît presque complètement au bout de 48 heures.

Notons également que la coloration au violet de gentiane et à l'orangé donne de bons résultats. La technique est la même, mais les lodicules sont préalablement trempés dans l'ammoniaque pur pendant quelques minutes, puis lavés à l'eau avant passage dans le violet de gentiane. L'orangé n'est employé qu'en dernier lieu.

Observation des lodicules colorés.

Dimensions des lodicules. — Il existe une différence très nette entre les dimensions des lodicules de *Nutans* et d'*Erectum*. Les lodicules de *Nutans* ont une surface beaucoup plus grande que ceux d'*Erectum*. Nous avons fait des mensurations de surfaces au moyen du

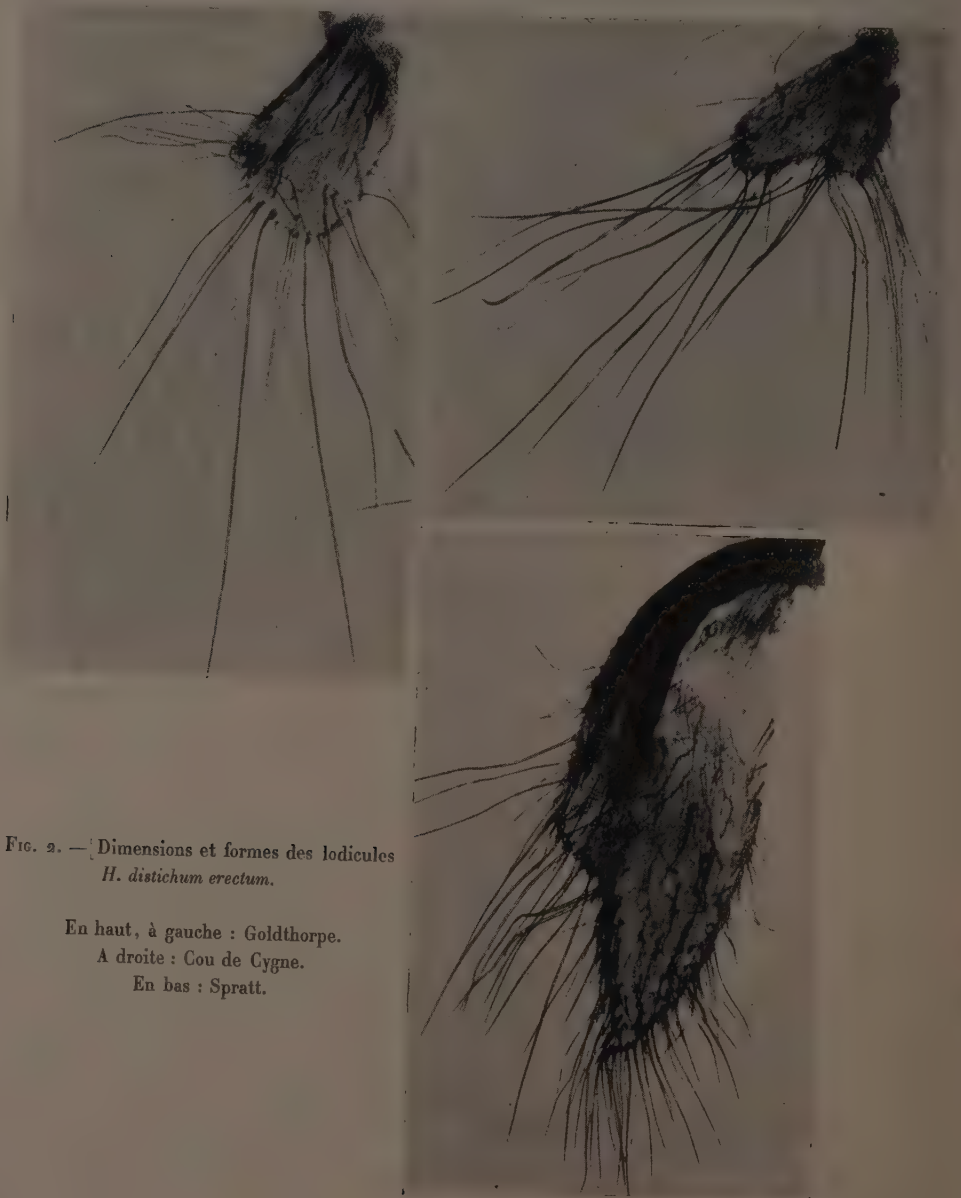


Fig. 2. — Dimensions et formes des lodicules
H. distichum erectum.

En haut, à gauche : Goldthorpe.
A droite : Cou de Cygne.
En bas : Spratt.

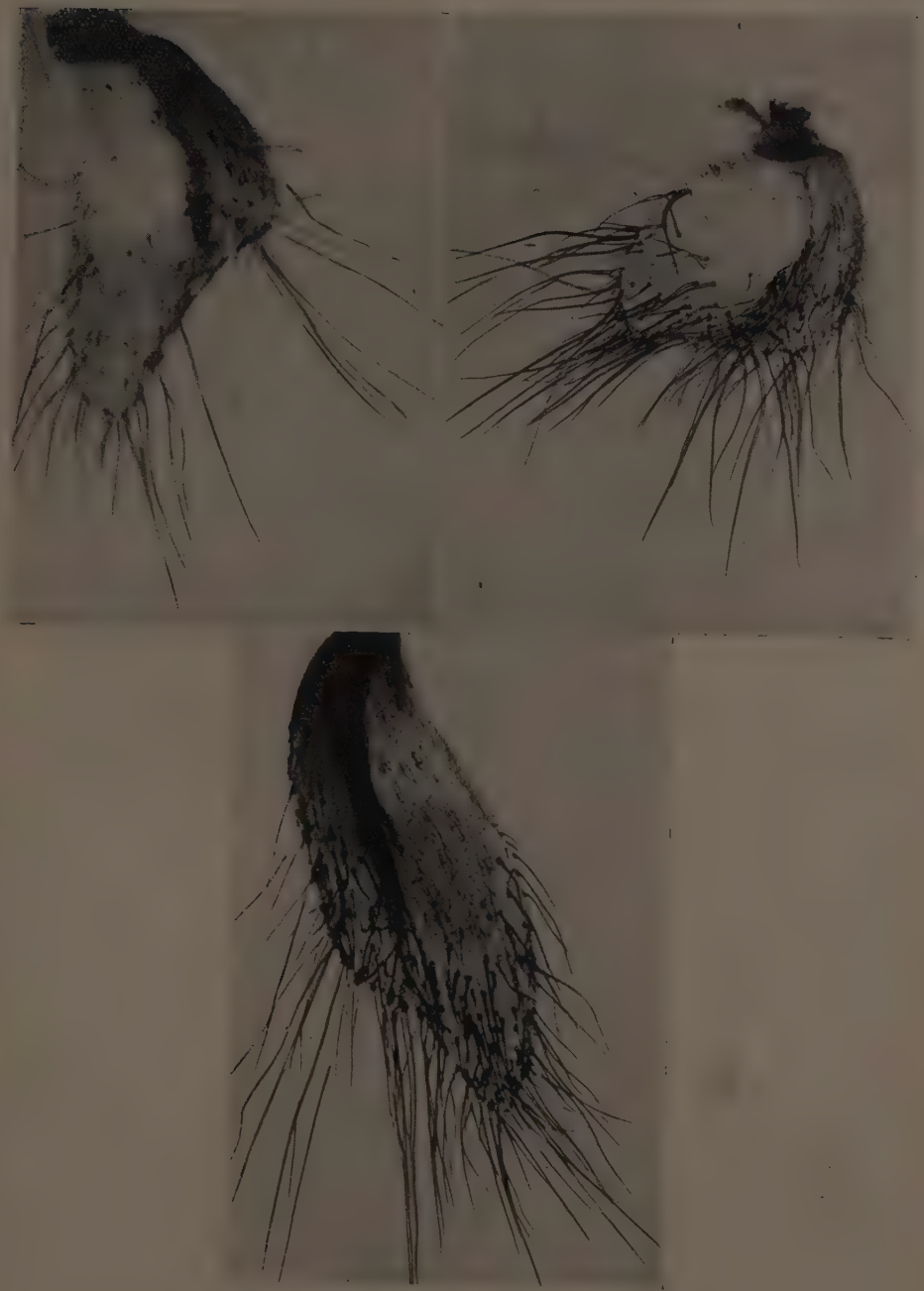


Fig. 3. — Dimensions et formes des lodicules *H. distichum nutans*.
En haut, à gauche, Probstdorf; à droite : Madeleine.
En bas : Spratt-Archer.

planimètre après dessin à la chambre claire. La surface moyenne des lodicules des *Nutans* est de 0 millim² 74 environ, tandis que celle des *Erectum* n'est que de 0 millim² 36, c'est-à-dire environ moitié.

Chez les autres orges à 2 rangs, à épi compact (*Zeocrithum*) et celles du même groupe à 6 rangs (*Parallelum-Pyramidatum*) la surface des lodicules est sensiblement voisine de celle des *Erectum*. Il existe cependant des exceptions chez toutes ces orges à épis compacts, aussi bien chez les orges à 2 qu'à 6 rangs.

Pour certaines variétés d'*Erectum* typiques, la surface d'un lodicule peut atteindre 1 millim² 12 (fig. 2-Spratt) c'est-à-dire celle des plus grands lodicules de *Nutans*. Il est intéressant de mentionner que ces lodicules de grande surface faisant exception chez les orges à épi compact (2 et 6 rangs) ont un mode d'insertion comparable à celui des orges à épi lâche (*Nutans* et *Pallidum*).

Coloration des lodicules. — Les lodicules de *Nutans* et d'*Erectum* se colorent différemment pour une durée de traitement de 5 heures dans la safranine à 0,2 p. 1.000. Chez les variétés du groupe *Nutans*, une partie du lodicule apparaît non colorée ou très légèrement colorée. Lorsque les lodicules sont sortis de la safranine, la coloration est uniforme, mais il y a régression du colorant dans l'alcool. Avec le violet de gentiane, on observe exactement le même phénomène. Cette zone de tissu décolorée se trouve toujours à la base du lodicule au voisinage du point d'insertion.

Il semble que cette absence de coloration soit due surtout au mode d'insertion des *Nutans*. En effet, cette partie non colorée du lodicule se trouve fortement comprimée entre la glumelle inférieure et l'embryon, ce qui a pour effet d'écraser les cellules. Cette absence de coloration est constante chez toutes les orges à épi lâche (*Nutans-Pallidum*).

Chez les orges à épi compact, au contraire (*Erectum* et *Zeocrithum* pour les 2 rangs, *Parallelum* et *Pyramidatum* pour les 6 rangs) le lodicule présente une coloration uniforme sur toute sa surface. La discontinuité dans la coloration n'existe pas. Dans ce groupe, on retrouve les trois exceptions déjà signalées précédemment.

Forme des lodicules. — La variation considérable de la forme des lodicules constitue le point le plus important de cette étude. Certaines variétés ont des lodicules très allongés et étroits, d'autres presque arrondis (fig. 2 et 3).

Malgré les différences qui existent entre les variétés, il est très difficile de définir des formes. C'est pourquoi nous avons été amené à désigner arbitrairement différentes parties du lodicule. Nous avons considéré : Trois côtés désignés respectivement 1-2 et 3 ; 2 régions (ou 2 portions) appelées X et Y (fig. 4).

Les dimensions relatives de ces trois côtés, la forme plus ou moins anguleuse, ou plus ou moins arrondie de ces deux régions X et Y, permettent de définir d'une façon assez précise un grand nombre de formes vraiment caractéristiques des différentes variétés.

Nous avons pu étudier ainsi 2 groupes principaux : Les lodicules simples, qui constituent la grande majorité des orges, les lodicules lobés, très peu nombreux (fig. 5).

La forme des lodicules est stable d'une année à l'autre et pour des milieux différents. Ce caractère nous est apparu d'une telle importance, que nous avons fondé sur lui un essai de classification qui fait suite à cette étude.

Pilosité des lodicules. — La pilosité varie beaucoup moins que la forme.

Cette pilosité est nettement liée à celle du rachillet du grain, dont les poils sont semblables à ceux des lodicules. Lorsque, à la suite d'un battage violent, d'un brossage

mécanique sévère, les grains sont dépouillés de leurs rachillets, ou que, par un excès de maturité, les grains de certaines variétés se détachent du rachis en y laissant les rachillets, on peut reconnaître la nature de l'espèce élémentaire par l'observation des poils des lodicules.

Il existe également une différence assez marquée entre la pilosité des orges à épi lâche (*Nutans*, *Pallidum*) et celle des orges à épi compact (*Erectum*, *Zeocrithum* et *Parallelum*,

Fig. 5. — Formes des lodicules. — A gauche : lodicule simple (Bethge XIII). A droite : lodicule lobe (Turquoise).

Pyramidatum), aussi bien pour le type A que pour le type C[1], les orges du premier groupe ayant des poils nettement plus courts (fig. 2 et 3).

Notons enfin que l'intensité de la pilosité varie d'une variété à l'autre, suivant les différentes régions du lodicule où s'insèrent les poils.

Conclusions.

En dehors de la contribution que ce travail peut apporter à la connaissance de l'anatomie et de la systématique du genre *Hordeum*, l'étude des lodicules permet d'ores et déjà, de réaliser pratiquement l'identification d'un grand nombre de variétés, basée uniquement sur l'examen du grain.

[1] Nous rappelons que les orges sont habituellement classées en quatre groupes d'après la pilosité du rachillet ou baguette et le nombre d'épines sur les nervures latérales dorsales.

Poils de la baguette longs et droits.	nervures latérales dorsales sans épines :	type A.
	nervures latérales dorsales avec épines :	type B.
Poils de la baguette courts et frisés.	nervures latérales dorsales sans épines :	type C.
	nervures latérales dorsales avec épines :	type D.

Si la séparation des orges à 2 rangs à épi lâche (*Nutans*) et des orges à 2 rangs à épi compact (*Erectum*) par l'observation de l'insertion des lodicules ne semble pas avoir une valeur absolue (nous avons signalé quelques exceptions au cours de cette étude) cette observation n'en reste pas moins utilisable dans le grande généralité des cas, et tout spécialement en ce qui concerne les variétés qu'on rencontre en grande culture. En effet, les *Erectum* faisant exception à la règle, c'est-à-dire possédant des lodicules du type *Nutans*, ne sont pas cultivées.

De toute façon, l'observation du mode d'insertion des lodicules nous semble un moyen de détermination plus sûr que l'aspect de la base du grain, grâce à la protection assurée par les glumelles.

D'autre part, la forme des lodicules, étant comme nous l'avons vu, une caractéristique variétale, permet de pousser plus loin que par le passé le contrôle botanique des orges et, dans un grand nombre de cas, d'identifier les variétés à partir d'échantillons de grain séparé de l'épi. On peut ainsi déterminer indirectement les grains des variétés du groupe *Erectum* faisant exception quant au mode d'insertion.

Enfin, nous croyons utile de signaler que la forme des lodicules peut être utilisée pour l'identification des malts et le contrôle de leur pureté.

La séparation des formes *Nutans* et *Erectum* sur le malt n'est plus possible par l'examen du mode d'insertion des lodicules. La désagrégation et la déformation du grain sont telles que les lodicules n'occupent plus du tout leur position initiale. Mais aucune des opérations de maltage (trempage, germination, touraillage, etc.) n'altèrent la forme et la pilosité ; l'identification peut cependant se faire, si l'on dispose d'une collection étalon de préparations colorées des lodicules des variétés cultivées.

BIBLIOGRAPHIE.

1. Atterberg (A.). — Die Varietäten und Formen der Gerste (*Journ. Landw.*, Bd. 47, p. 1-44,1899).
2. Broili (J.). — Uber die Unterscheidungsmerkmale der Distichumgruppe (zweizeilige Gerste). (*Journ. Landw.* 56, p. 121-139, 1908).

FIG. 4.

- *H. Distichum*...
  - Insertion des lodicules du type 1. (*Nutans.*)
    - Sillon du grain velu.
      - Grain A..
        - Lodicule lobé. — ..... *Turquoise.*
        - Lodicule simple.
          - Pilosité du sillon arrivant à peine à la moitié du grain ..... *Sarah.*
          - Pilosité du sillon dépassant la moitié du grain ..... *Bohemia.*
      - Grain B.. — Lodicule nettement droit en 2. ..... *Ondine.*
    - Sillon du grain non velu.
      - Grain AB fort ou B.
        - Lodicule très arrondi en Y et effilé en X. ..... *Orge d'Or.*
        - Lodicule légèrement anguleux en Y, assez large et peu effilé en X. ..... *Souche 1/2 Colmar.*
      - Grain A vrai ou A B faible.
        - Lodicule 2 f. 1/2 à 3 fois plus long que large. — Lodicule très long en X. ..... *Spratt-Archer.*
        - Lodicule 1 f. 1/2 à 2 fois plus long que large.
          - Lodicule nettement arrondi en Y.
            - Lodicule droit ou légèrement convexe en 2.
              - Lodicule bien velu. Côté 3 = 1/3 à 1/2 du côté 1 ..... *Kenia lignée I.*
              - Lodicule peu velu. Côté 3 = 2/3 du côté 1 ..... *Bethge XIII.*
            - Lodicule peu ou nettement concave en 2.
              - Partie X longue et étroite. — Côté 3 plus petit que côtés 1 et 2 ..... *Probstdorf.*
              - Partie X courte et large.
                - Lodicule bien velu. Côtés 1 et 2 plus grands que côté 3... *Comtesse.*
                - Lodicule peu velu. Côtés 1 et 3 plus grands que côté 2.. *Johanna.*
          - Lodicule anguleux en Y.
            - Partie X longue et étroite.
              - Lodicule très aigu en X. ..... *Le Puy n° 2.*
              - Lodicule légèrement arrondi en X. Côté 3 plus petit que côtés 1 et 2..... *Probstdorf.*
            - Partie X courte et large.
              - Lodicule très légèrement convexe en 3. — Côté 2 plus petit que côtés 1 et 3. Partie X très courte... *Souche 179 Colmar.*
              - Lodicule nettement convexe
                - et presque droit en 1.
                  - Lodicule peu velu, côté 1 plus grand que côté 2. Côtés 2 et 3 presque égaux..... *Baronne.*
                  - Lodicule très velu. Côté 2 plus petit que côtés 1 et 3..... *Le Puy N° 6.*
                - et bombé en 3.
                  - Lodicule nettement convexe en 1.
                    - Côté 1 plus grand que côté 2. Côtés 2 et 3 presque égaux ..... *Souche 142 Colmar.*
                    - Côtés 1, 2, 3 presque égaux ..... *Souche 164 Colmar.*
      - Grain C..
        - Côté 2 nettement concave.
        - Côté 1 présentant un renflement assez net ..... *Bayard.*
        - Côté 2 presque droit.
        - Côté 1 sans renflement ..... *Chevalier (V.).*
  - Insertion des lodicules du type 2. (*Erectum.*)
    - Lodicule lobé. — ..... *Cou de Cygne.*
    - Lodicule simple.
      - Lodicule bien velu. — ..... *Plumage-Archer.*
      - Lodicule peu velu. — Lodicule légèrement convexe en 2 ..... *Goldthorpe.*
      - Lodicule peu velu. — Lodicule droit ou légèrement concave en 2 ..... *Zenith.*
- *H. Hexastichum*...
  - Grain B..
    - Sillon du grain velu.
      - Pilosité du sillon arrivant à peine à la moitié du grain.
      - Lodicule très arrondi en Y et renflé en 1 ..... *185 de Gembloux.*
      - Pilosité du sillon dépassant nettement la moitié du grain.
      - Lodicule anguleux en Y et presque droit en 1 ..... *Professeur Damseaux.*
    - Sillon du grain non velu. — ..... *Escourgeon Hâtif de Grignon.*
  - Lodicule très effilé en X. Lodicule très velu ..... *14 de Gembloux.*

ESSAIS

SUR QUELQUES MOUILLANTS AGRICOLES,

par G. Percher,

Directeur de la Station de viticulture et d'œnologie
du Centre de Recherches Agronomiques d'Alsace, à Colmar.

Généralités.

Jusqu'à présent, les bouillies cupriques se sont affirmées comme le moyen de lutte le plus efficace contre le mildiou. Encore faut-il que ces bouillies soient employées en temps opportun et qu'elles présentent certaines qualités parmi lesquelles nous citerons : la mouillabilité et l'adhérence.

En effet, en dehors de l'époque de traitement qui, avec la composition chimique de la bouillie, joue dans cette lutte un rôle essentiel, faut-il encore, pour être efficace, que la bouillie « mouille » l'organe à protéger.

Théoriquement, une bouillie « mouillante » serait celle qui après trempage de l'organe — (pratiquement après pulvérisation sur l'organe) — recouvrirait celui-ci d'une mince couche protectrice, sans aucune solution de continuité, donc sans formation de gouttes isolées.

Pratiquement, une telle mouillabilité, en admettant qu'elle soit souhaitable, n'est pas encore réalisée et la bouillie qui donnera sur l'organe à protéger le réseau le plus serré de très fines gouttelettes, sera considérée comme la plus mouillante.

Si, au point de vue efficacité, d'aucuns doutent encore de la supériorité d'une bouillie mouillante ainsi définie, qu'ils se mettent donc à l'abri d'une bonne averse sous un toit constitué seulement par un grillage à mailles lâches. Ils verront s'ils y sont aussi bien protégés que sous une fine toile métallique !

Mais à quoi servirait de déposer en temps voulu, sur la feuille par exemple, un réseau très serré de fines gouttelettes de bouillie, s'il ne devait y laisser après séchage qu'un fragile dépôt protecteur, que le moindre vent, le moindre heurt ou la moindre pluie pourrait détacher et faire tomber ?

Ici, comme dans tout combat, pour pouvoir briser l'assaut de l'ennemi, il ne suffit pas que le système de défense ait été mis judicieusement en place aussi bien dans le temps que dans l'espace, mais il faut encore qu'il puisse « tenir » jusqu'à cet assaut et l'arrêter,

si besoin jusqu'à l'arrivée des renforts. Une bonne bouillie doit donc laisser sur l'organe à protéger un dépôt adhérent.

Adhérence et mouillabilité ne coexistent pas toujours dans une bouillie. En effet, par suite d'un excès de mouillabilité, une bouillie peut être à tel point fluide qu'elle coule de la feuille ou de la grappe avant d'y sécher. Une partie en est ainsi perdue et l'efficacité du traitement diminué d'autant. D'autre part, si après séchage, le produit ajouté à la bouillie pour la rendre mouillante ne perd pas rapidement ses propriétés par évaporation ou par destruction quelconque de sa molécule, chaque averse entraînera une perte en produits actifs, donc solubles, d'autant plus importante que l'abaissement de tension superficielle dû au « mouillant » subsistant sera plus grande.

Si, donc la première qualité d'une « mouillant agricole » est d'abaisser la tension superficielle de la bouillie cuprique jusqu'à la rendre mouillante pour l'organe à protéger, la seconde serait sa disparition rapide sitôt après la percussion et l'étalement des gouttelettes sur ledit organe. L'addition à une bouillie d'une quantité convenablement déterminée d'un produit « mouillant » réunissant ces deux qualités, doit donc, toutes choses égales d'ailleurs, faciliter la bonne adhérence du dépôt qu'elle laisse après séchage. En effet, ce dépôt est alors constitué par uue sorte de film pulvérulent dont tous les points sont en étroit contact avec leur support, en l'espèce : l'organe à protéger, par conséquent dans les meilleures conditions pour y adhérer.

Encore faut-il que cette adhérence ne soit pas poussée au point d'empêcher toute « mobilisation » du principe actif par les eaux de pluies. Les anciens disaient « Corpora non agunt nisi soluta ». Rien n'est plus vrai dans notre cas. Si nous voulons que l'hydrate de cuivre déposé par la bouillie sur la feuille la protège contre l'attaque du mildiou, il faut que cet hydrate se resolubilise en partie [1] dans les eaux de pluies, soit donc mobilisé, perde donc momentanément un peu de son adhérence.

Les produits les plus intéressants seront donc ceux qui réaliseront par leur adjonction aux bouillies, un heureux compromis entre : mouillabilité, adhérence et mobilisation. Avec de tels produits et les indications données par les Services d'Avertissements Agricoles sur l'opportunité des traitements, le viticulteur devrait être en mesure de protéger au mieux son vignoble avec le minimum de frais. La question est donc d'importance, aussi nous a-t-il paru intéressant d'essayer de faire une certaine discrimination parmi les produits « mouillants », « adhésifs », etc., qui lui sont proposés.

Comme il nous était évidemment impossible d'essayer tous les produits commerciaux — (la liste en aurait été trop longue, toujours incomplète et jamais achevée) — nous nous sommes bornés pour cette fois à trois produits seulement. Ces produits qui nous ont paru pouvoir être assez bien considérés comme des types de séries, nous les appellerons :

Produit A, solution aqueuse du sel de soude d'un acide sulfonique de la naphtaline alkylée et d'un sel de soude d'un éther sulfurique d'un dérivé d'acides gras.
Produit B, à base de bile.
Produit C, alcool terpénique dit « sulfoné ».

Nous avons aussi cru devoir adjoindre à ces produits, à titre de comparaison, le savon noir et le savon blanc.

On ne trouvera ici aucun développement de théories physico-chimiques. Dans nos

[1] *In vitro,* la concentration mortelle pour les spores de *Plasmopara Viticola* serait de 1/1.000.000e de cuivre métal.

essais, nous nous en sommes uniquement tenus à des considérations d'ordre pratique, dans l'espoir de donner à l'usager des renseignements facilement exploitables sur la valeur respective des produits « mouillants » que lui offre le commerce et sur ce qu'il est en droit d'en attendre, voire d'en exiger.

Définition.

Avant d'entreprendre la relation de nos essais, nous croyons indispensable de préciser ce que nous entendrons ici par « mouillabilité ». Pour nous, et dans le cas où nous nous plaçons, la mouillabilité sera, comme l'a défini M. le Professeur Boutaric le rapport de la superficie couverte par une goutte de liquide séchée, au volume de cette goutte. Cette définition peut se condenser dans la formule suivante :

$$M = \frac{S}{V},$$

M étant la mouillabilité, ou si l'on veut, le pouvoir mouillant;

S étant la superficie couverte après séchage par une goutte tombant de la pipette de Duclaux, d'une hauteur déterminée et constante;

V étant le volume de la goutte.

Essais.

Nos essais furent conduits parallèlement au vignoble et au laboratoire.

Au vignoble.

Trois parcelles contiguës, de même encépagement, de même âge et de 630 souches chacune. Chaque parcelle sera consacrée à un mouillant, à savoir :

Parcelle A. — Produit A;
Parcelle B. — Produit B;
Parcelle C. — Produit C.

Les doses de mouillants employées seront celles minima conseillées par le fabricant soit :

Produit A. — 100 grammes par hectolitre de bouillie bordelaise à 2 p. 100;
Produit B. — 75 grammes par hectolitre de bouillie bordelaise à 2 p. 100;
Produit C. — 100 grammes par hectolitre de bouillie bordelaise à 2 p. 100.

Dans chaque parcelle, donc pour chaque produit, les divers traitements seront exécutés aux mêmes dates, en même nombre, par les mêmes ouvriers munis des mêmes appareils fonctionnant à la même pression.

Observations effectuées. — *Mouillabilité.* — Tous les organes des souches traitées avec le *produit A* sont uniformément recouverts de fines gouttelettes de bouillie, comparables en quelque sorte à un fin dépôt de brouillard ou de buée.

La parcelle traitée avec le *produit B* est plus bleue que les autres, mais la bouillie est répartie sur la feuille par plaques plus ou moins larges, laissant entre elles de larges intervalles.

Les feuilles et raisins des souches traitées avec le *produit C* sont comme lavés par la bouillie.

A l'œil, il semblerait donc que le produit C serait celui qui conférerait à la bouillie

le maximum de mouillabilité. Viendraient ensuite dans l'ordre le produit A puis le produit B.

2° *Adhésivité.* — A la fin du mois d'août, la parcelle B est nettement plus bleue que la parcelle A, mais le cuivre n'est pas uniformément réparti sur la feuille; il y forme de larges plaques; la parcelle C semble avoir été complètement débarrassée de son cuivre par les pluies.

La meilleure adhérence aurait donc été conférée par le produit B. Viendraient ensuite et dans l'ordre, les produits A et C.

Au laboratoire.

1° *Mouillabilité.* — Ayant constaté que le nombre de gouttes obtenues à la pipette de Duclaux était, pour un mouillant et une concentration donnés, sensiblement le même en bouillie cuprique qu'en solution aqueuse, nous avons dans tous nos essais adopté la technique suivante :

1° Les divers mouillants sont étudiés en dilution aqueuse;

2° Comme surface de réception des gouttes, nous avons pris des feuilles adultes de Pinot, prélevées au début de juillet et utilisées de suite, et des glaces sans tain, parfaitement nettoyées et dégraissées. Les résultats obtenus sont dans l'un et l'autre cas parfaitement comparables *à l'ordre de grandeur près* comme on pourra s'en rendre compte par l'examen des courbes;

3° La hauteur de chute des gouttes a été fixée à H = 35 millimètres. Voici sous forme de courbes, les résultats que nous avons ainsi obtenus :

Les courbes n° 1 permettent de calculer V;

Les courbes n° 2 traduisent l'expression $M = \frac{S}{V}$ pour une hauteur de chute de 35 millimètres.

A noter, que pour un même produit mouillant, la surface couverte par les gouttes séchées est très sensiblement constante quelle que soit la concentration du liquide en mouillant. Ces surfaces, obtenues dans les conditions précisées plus haut sont les suivantes :

	SUR VERRE.	SUR FEUILLE.
	m/m²	m/m².
Produit A.....	113.09	s'étale [1]
Produit B.....	95.03	63.6
Produit C.....	95.03	63.6
Savon noir.....	86.78	—
Savon blanc.....	60.61	—
Eau pure.....	56.50	—

De l'examen de ces courbes, il ressort entre autres choses que :

1° La mouillabilité est en valeur absolue, nettement plus faible sur feuilles que sur verre (des réserves étant faites pour le produit A), mais que sa variation en fonction de la concentration est identique pour ces deux surfaces;

[1] Par suite de son étalement considérable sur feuille, il nous a été impossible de déterminer exactement les limites de la tache et par conséquent, sa surface.

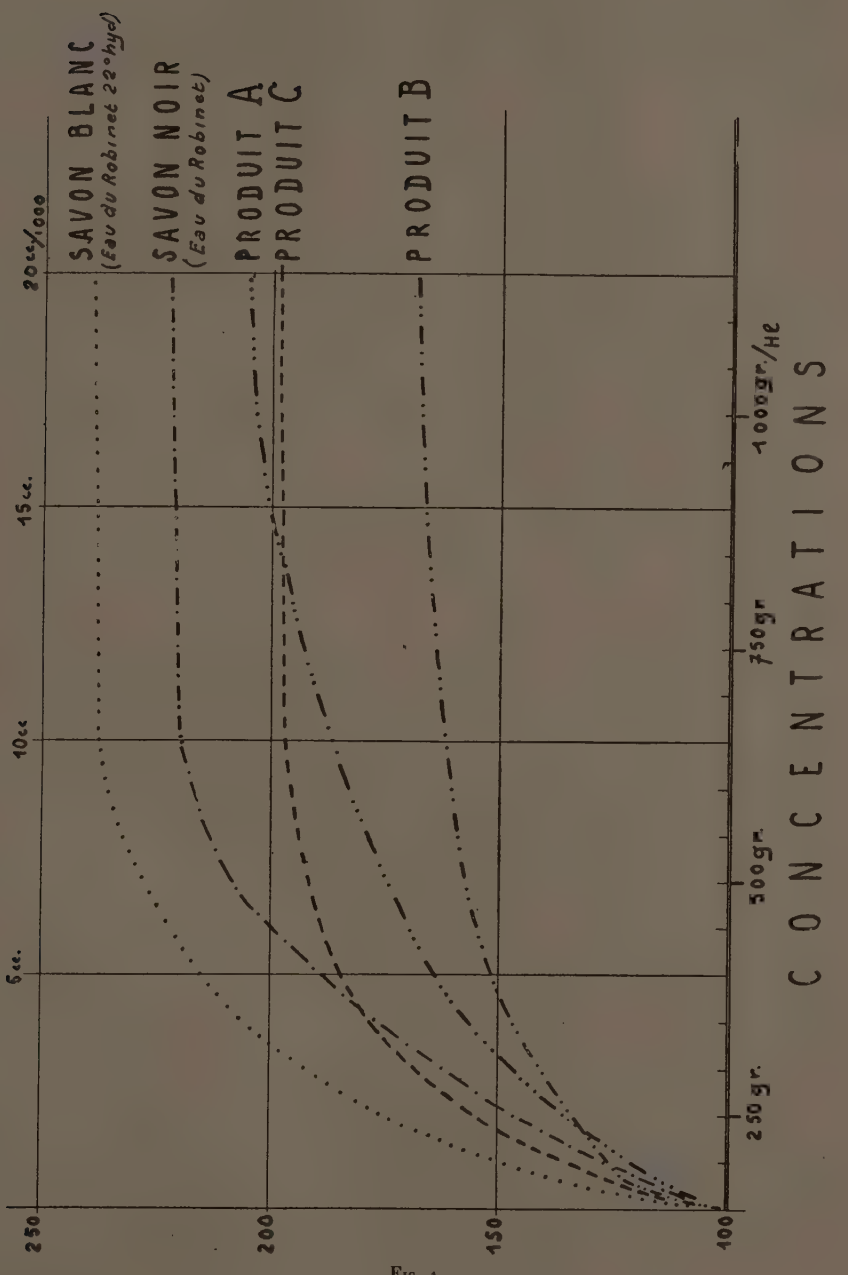


Fig. 1.

2° La mouillabilité conférée par les produits commerciaux essayés et employés aux doses normales (100 à 200 centim.³ par hectol.) est nettement inférieure à celle conférée par le savon noir, voire le savon blanc employé aux doses habituelles de 750 à 1.000 grammes par hectolitre;

3° Il n'est nullement nécessaire pour obtenir le maximum de mouillabilité « pratique » de recourir à des concentrations en savon noir supérieures à 700-750 grammes par hectolitre;

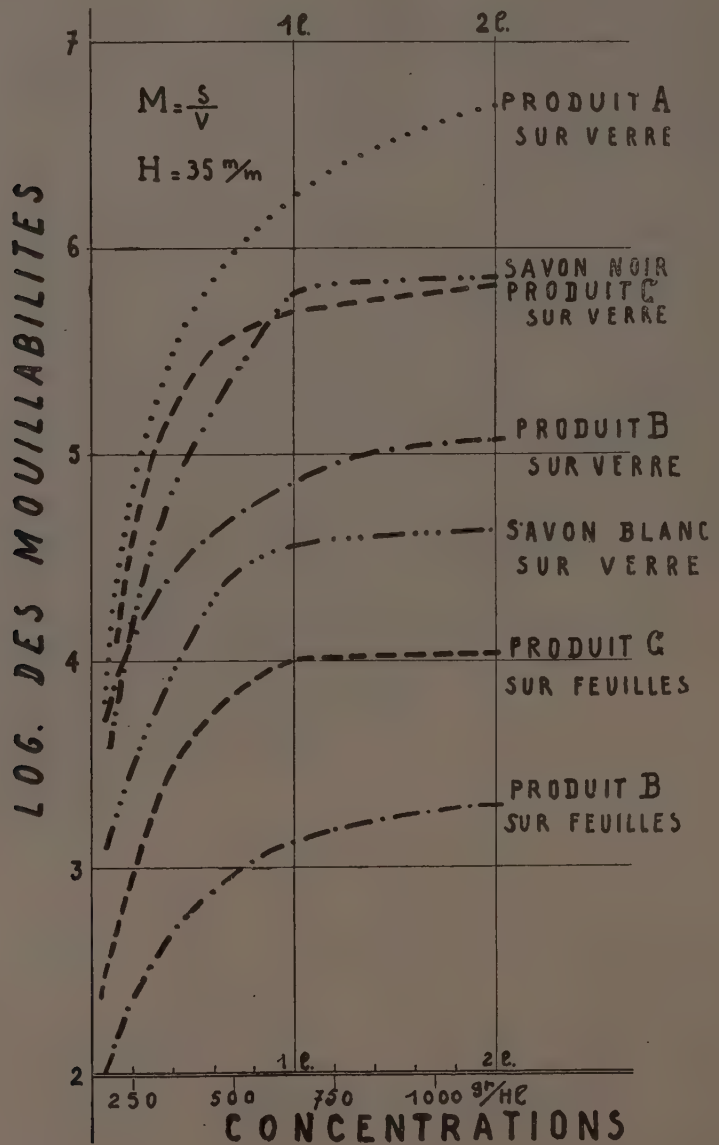


Fig. 2.

4° Au strict point de vue « mouillabilité » et en dehors de toute autre considération, le savon blanc ne peut pas être recommandé au lieu et place du savon noir;

5° Le classement des trois produits commerciaux essayés s'établit comme suit, par ordre de mouillabilité décroissante :

A. *Sur verre.*

	À LA DOSE 100 c/c. PAR HECTOLITRE.	À LA DOSE 200 c/c PAR HECTOLITRE.
1°.....	Produit C	Produit A
2°.....	Produit A	Produit C
3°.....	Produit B	Produit B

A la dose de 100 centimètres cubes par hectolitre (dose minimum ordinairement conseillée par les fabricants),la mouillabilité donnée par ces trois produits est très voisine quoique nettement différenciée. A la dose de 200 centimètres cubes par hectolitre (dose maximum conseillée par les fabricants) les écarts entre les mouillabilités respectives sont très importants.

B. *Sur feuille.*

	À TOUTE DOSE $\leq$ 100 c/c. PAR HECTOLITRE.
1°.....	Produit A
2°.....	Produit C
3°.....	Produit B

Sur feuille, en effet, quelle que soit la dose du produit A, il nous a été impossible de déterminer les limites et par conséquent la surface de la tache, par suite de son étalement considérable. Toute construction de couche de mouillabilité sur feuille a donc, pour ce produit, été rendue impossible. La conclusion que nous pouvons tirer de ce fait est que la mouillabilité sur feuilles de vigne conférée aux bouillies par le produit A est très grande, et algébriquement parlant, tendrait vers l'infini. Les courbes de mouillabilité sur verre que nous avons pu établir pour ce produit, englobant toutes les autres à partir d'une concentration de 175 centimètres cubes par hectolitre attestent d'ailleurs un pouvoir mouillant nettement supérieur à celui des produits B et C.

Nous avons dit plus haut qu'une économie de bouillie devait être le corollaire de sa « mouillabilité ». L'étendue de notre vignoble d'expérience ne nous a pas permis de contrôler pratiquement cette assertion. Mais des chiffres que nous possédons, nous pouvons cependant tirer quelques conclusions. Purement mathématiques en elles-mêmes, elles doivent pouvoir se contrôler en pratique, tout au moins dans leur sens général.

Des données condensées dans les courbes n° 1 et des surfaces couvertes par une goutte de liquide tombée de la pipette de Duclaux dans les conditions que nous avons indiquées, on déduit, en prenant les surfaces d'étalement sur verre que nous possédons pour les trois produits étudiés [1], que 100 mètres carrés non pas de vignoble, mais de la surface à recouvrir de bouillie, sont couverts par :

32 litres de bouillie additionnée de 2 p. 1000 du produit A;
38 litres de bouillie additionnée de 2 p. 1000 du produit B;
34 litres de bouillie additionnée de 2 p. 1000 du produit C;
88 litres de bouillie sans mouillant.

[1] Nous nous croyons d'autant plus en droit de nous servir des surfaces d'étalement sur verre pour notre calcul d'économie, que nous savons que les courbes de mouillabilités obtenues sur feuilles ont même allure à l'ordre de grandeur près. Les pourcentages d'économie indiqués conservent donc leur valeur propre.

L'adjonction d'un mouillant à la bouillie, outre une meilleure couverture des organes à protéger, permettrait donc, en théorie, de réaliser une économie de bouillie pouvant aller de 57 à 64 p. 100. De toute évidence, nous n'obtiendrons jamais en pratique de tels résultats; mais on peut pour le moins s'attendre à ce que l'économie de bouillie réalisée paye le mouillant ajouté. Reste la meilleure protection du vignoble comme bénéfice net.

2° *Adhésivité.* — Dans chacune des parcelles de notre vignoble d'expérience, les traitements ayant tous été faits aux mêmes dates, répétés le même nombre de fois, et exécutés avec des bouillies d'égale teneur en cuivre, il devait s'ensuivre qu'à tout moment, sur la même n^e feuille du rameau principal d'un même cépage, la quantité de cuivre restant devait être proportionnelle à l'adhésivité conférée à la bouillie par le produit « mouillant-adhésif » qui lui avait été incorporé.

A la fin du mois d'août, dans chacune des parcelles d'essai, nous avons donc prélevé la quinzième feuille de 10 souches de Pinot. Ces 3 lots de 10 feuilles, apportés au laboratoire, y furent analysés.

Chaque lot fut lavé à plusieurs reprises avec de l'acide chlorhydrique 1/4. Après évaporations à sec et reprises successives à l'acide sulfurique 1/3, dernière évaporation à sec et reprise par l'eau. Une partie aliquot de cette solution fut soumise à l'électrolyse.

Les premiers dosages furent gênés par la présence de matières organiques. Dans la suite, nous dûmes les détruire au préalable par la méthode sulfonitrique. Les résultats alors obtenus furent les suivants :

Produit A : 32 milligrammes de cuivre métal;
Produit B : 40 milligrammes de cuivre métal;
Produit C : 25 milligrammes de cuivre métal.

La méthode que nous avons suivie pour obtenir ces résultats donne uniquement ce qu'on pourrait appeler « l'adhésivité totale résiduelle ». En effet, le cuivre dosé est tout celui subsistant sur les feuilles après leurs multiples lavages par les pluies. De cette quantité de cuivre total restant, quelle est la proportion pouvant être encore « mobilisée » par les eaux de pluie et ainsi assurer la protection du vignoble ? La méthode suivie ne nous permet pas de répondre à cette question. Aussi nous garderons-nous bien de conclure que le meilleur adhésif est celui qui, dans nos essais, nous a donné la plus grande adhérence. La chose est possible, mais pas démontrée.

Inversement, à quoi doit-on attribuer la faible teneur en cuivre total résiduel donnée par le produit C? A un coulage de la bouillie provoqué par un excès ou une trop longue persistance de sa mouillabilité ? Ce serait alors la perte sèche? Ou bien à une plus facile solubilisation, dans les eaux de pluie, du cuivre déposé sur les feuilles ? Ce serait alors un gros facteur de sécurité pour le viticulteur. En fait, nous nous trouvons devant la résultante de la quantité de cuivre qui a coulé de la feuille, de celle qui en a disparu par solubilisation dans les eaux de pluie, et de celle qui s'y est définitivement insolubilisée, le tout en fonction de la quantité totale de cuivre déposé sur la feuille.

Enfin, si nous portons sur un graphique les éléments chiffrés que nous possédons maintenant tant sur la mouillabilité que sur l'adhérence conférées aux bouillies bordelaises à 2 p. 100 par les produits essayés et employés aux doses minima conseillées par les fabricants, à savoir :

Produit A : 100 centimètres cubes par hectolitre;
Produit B : 75 centimètres cubes par hectolitre;
Produit C : 100 centimètres cubes par hectolitre.

nous obtenons les courbes suivantes :

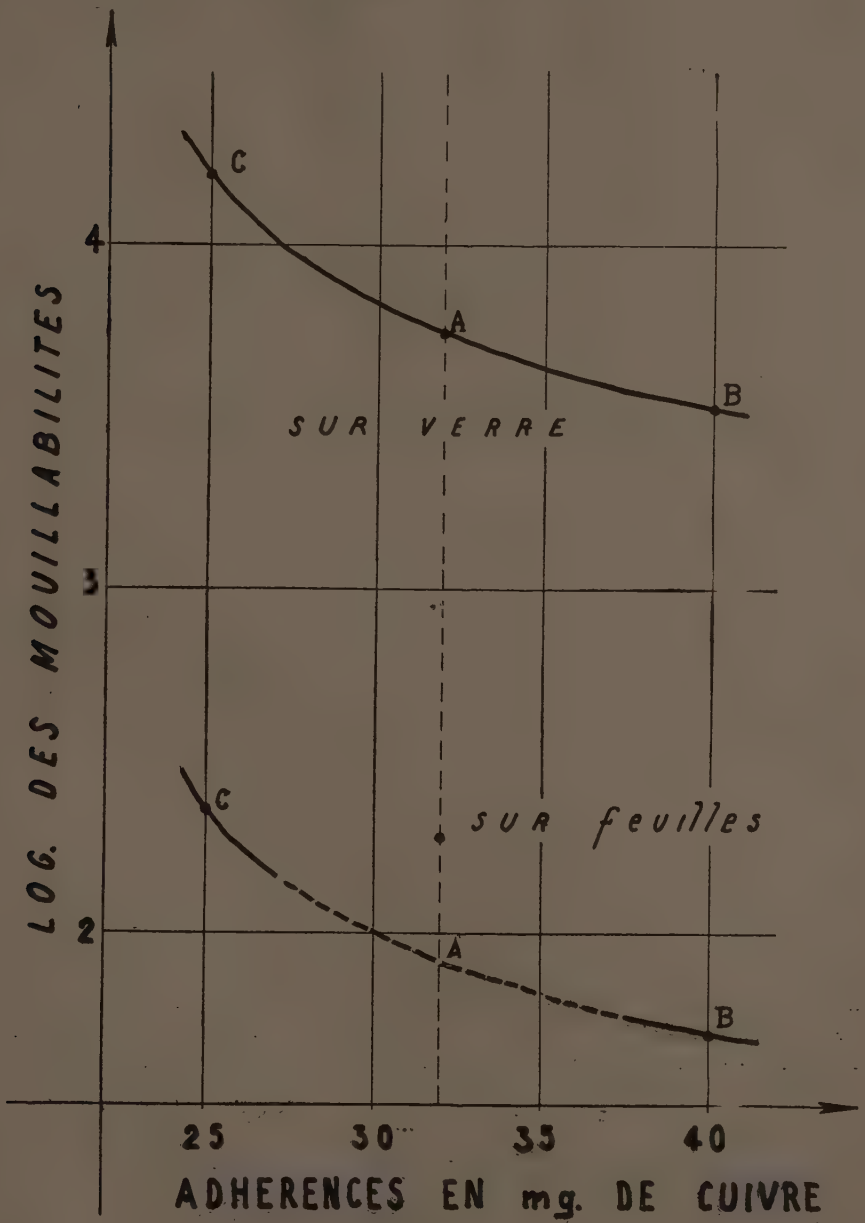


Fig. 5.

N'ayant pu obtenir sur feuille, avec le produit A, de taches nettement délimitées par suite de l'étalement considérable sur ce support, des gouttes de bouillie préparée avec ce produit, il nous a été impossible de déterminer avec précision le point caracté-

ristique de A en fonction de sa mouillabilité et de son adhérence sur feuilles. Nous pouvons seulement dire que ce point ne se trouve pas sur la courbe CB sur feuilles parallèlle à la courbe CAB sur verre, mais nettement au-dessus et quelque part sur la parallèle à l'axe des mouillabilités menée par le point 32 de l'axe des adhérences.

Aux doses commerciales, le produit A allie donc, sur feuille de vigne, une excellente mouillabilité et une bonne adhérence,

Le produit B, peu mouillant est très adhésif,

Le produit C est, inversement, très mouillant et peu adhérant.

Conclusions générales.

La mouillabilité conférée aux bouillies par les divers « mouillants agricoles » est fonction :

1° De la nature du produit mouillant;

2° De sa dose d'emploi.

Le savon noir est meilleur mouillant que le savon blanc. Pratiquement la dose de 750 à 800 grammes de savon par hectolitre est suffisante pour assurer aux bouillies une bonne mouillabilité.

Quand, dans une bouillie, on augmente la dose de produit mouillant, quelle qu'en soit la nature, la mouillabilité qu'il confère à cette bouillie croît d'abord rapidement, puis de plus en plus lentement jusqu'à devenir insensible. Le maximum de mouillabilité susceptible d'être « virtuellement » atteint, l'est pour des doses de 2 litres environ pour les produits liquides et de 1 kilogramme environ pour les savons. Ce maximum varie avec la nature des mouillants.

	PRODUITS LIQUIDES.			SAVONS.	
	A.	*B.*	*C.*	*Noir.*	*Blanc.*
Maximum virtuel de mouillabilité	6.70	5.15	5.85	5.88	4.60
Doses	2 litres par hl.			1 kg. par hl.	

A doses égales, le produit A confère, aux bouillies cupriques appliquées sur vigne, une mouillabilité très nettement supérieure à celle donnée par les produits B et C.

Aux doses normales d'emploi (100 à 200 centim³ par hectol.) le produit A peut avantageusement soutenir la comparaison avec le savon noir employé à la dose de 700 à 800 grammes par hectolitre.

A ces mêmes doses, la mouillabilité conférée par les 2 autres mouillants commerciaux est de l'ordre de celle donnée par :

250 grammes environ de savon noir par hectolitre pour le produit B;

350 grammes environ de savon noir par hectolitre pour le produit C;

Une mouillabilité de 5,7 à 5,8, correspondant à celle obtenue avec 700 à 800 grammes de savon noir, nécessiterait l'addition à la bouillie de 1 à 2 litres de produit C. Cette mouillabilité ne peut être obtenue par le produit B quelle qu'en soit la dose.

	PRODUITS LIQUIDES.						SAVON NOIR SUR VERRE.			
	SUR FEUILLES.			SUR VERRE.						
	A.	B.	C.	A.	B.	C.				
Mouillabilité....	$\rightarrow +\infty$	2.31	2.95	4.85	4.06	4.70	3.97	4.74	5.76	5.80
Doses.....	200 cc. par hectolitre.						250	350	700	800
							grammes par hectolitre.			

Toutes choses égales d'ailleurs, une bonne mouillabilité doit entraîner une économie de bouillie : un volume donné de bouillie mouillante pouvant couvrir une surface foliaire nettement plus grande qu'une bouillie non mouillante.

Sur feuilles de vigne, l'adhérence d'une bouillie semble dépendre beaucoup plus de la nature du mouillant employé que de la mouillabilité qu'il confère à la bouillie (anomalie de la courbe n° 3 sur feuilles).

La mouillabilité et l'adhérence d'une bouillie cuprique constituant des facteurs importants de son efficacité, les produits alliant ces deux qualités (type A) devraient donc être préférés dans la plupart des cas.

OBSERVATIONS

SUR LES MANIFESTATIONS EXTÉRIEURES

DU CORYNEUM DU PÊCHER,

par G. Siloret,

Directeur des Services agricoles du Lot-et-Garonne.

Depuis quelques années et notamment en 1936 et 1937 la mortalité des pêchers a été considérable dans le Sud-Ouest. Ce mot de « mortalité », qui est employé lorsque les arbres arrivent à disparaître abondamment, n'indique en réalité que le terme de l'évolution de différentes maladies. Nous pensons que le coryneum *Clasterosporium carpophilum* (Lév.) Aderhold a eu une part très importante de responsabilité, aussi avons-nous essayé d'observer un certain nombre de détails ayant trait à ses manifestations extérieures et aux traitements appliqués.

Les dégâts.

Si nous suivons un cycle complet de végétation, on peut faire les observations suivantes :

A. Destruction au printemps des yeux à bois ou des boutons à fleurs. — Souvent au printemps, avant le départ de la végétation et en particulier après un hiver pluvieux, on constate qu'un certain nombre d'yeux ne partent pas. Si l'on regarde de plus près on aperçoit une lésion à la base de l'œil qui est devenu noir ou grisâtre.

Cette lésion est nettement limitée s'il s'agit d'une attaque ayant débuté à l'automne ou à la fin de l'été [1] et dans ce cas elle ressemble aux taches caractéristiques du coryneum sur rameaux dont nous parlerons plus loin.

Par contre, il n'y a d'autres fois qu'un noircissement diffus autour de l'œil détruit. Il semble dans ce cas qu'il s'agisse plus particulièrement d'attaques d'hiver, les tissus n'ayant pas réagi de la même manière pendant le repos de la végétation [2].

[1] Cette indication correspond à une observation macroscopique. L'interprétation demanderait à en être précisée par des travaux de laboratoire plus suivis.

[2] Il conviendrait de préciser si la destruction des yeux l'hiver ou au début du printemps se produit par une attaque à la base de l'œil ou plutôt, comme j'ai tendance à le croire, par une attaque à l'intérieur de l'œil lui-même par des filaments mycéliens émis par des spores ayant pénétré entre les écailles du jeune bourgeon. Ceci expliquerait mieux l'aspect diffus du noircissement.

Les deux formes d'attaque peuvent se rencontrer sur un même rameau [1].

On peut préciser les dégâts du coryneum en fendant le rameau au niveau de l'œil détruit, et dans le sens de la longueur; on observe alors une nécrose donnant une traînée jaunâtre ou noirâtre; souvent même on distingue sur cette coupe un léger décollement de l'écorce avec production d'un peu de gomme noircie dans cet espace. Dans le cas de destruction par la gelée, il n'y a pas de nécrose [2] de ce genre.

Souvent une goutte de gomme arrive à perler à l'aisselle de l'œil. Elle s'écoule ensuite sur le rameau, suivant un tracé imposé par la pesanteur; cette gomme contient presque toujours des spores de coryneum [3]. Il se forme ainsi parfois une traînée plus ou moins spiraliforme où l'écorce semble nécrosée et naturellement les yeux qui se trouvent sur son parcours sont détruits (fig. 1). Parfois cette traînée est plus diffuse et n'est pas visible à l'œil nu, mais il semble qu'elle ait cependant dû servir de véhicule au coryneum car de nombreux yeux simples ou multiples sous-jacents sont également tués. D'autres fois nous avons vu par temps humide la gomme tellement répandue sur les rameaux qu'elle formait une sorte de mince enveloppe transparente et continue, se levant par lambeaux après une journée ensoleillée. Les rameaux portent dans ce cas des lésions de coryneum tellement nombreuses qu'ils sont irrémédiablement voués à une destruction complète par dessiccation.

Les plaies de taille qui provoquent fréquemment un écoulement de gomme plus ou moins abondant, sont souvent cause de la destruction de plusieurs yeux (Pl. I, fig. du milieu). Sur les jeunes plants où l'on ne laisse parfois que 4 ou 5 yeux apparents au sommet du scion ils peuvent être tous détruits. Le jeune arbre se dessèche alors en entier et l'on accuse à tort l'asphyxie des racines, toujours à redouter, par ailleurs.

En 1936 et 1937, des plantations entières ont été ainsi détruites. Les repousses qui partirent au printemps et au cours de l'été donnèrent une preuve [4] de non asphyxie des racines et de la mort par le haut et non par le bas.

En résumé, on observe au printemps sur le bois de l'année précédente des yeux détruits provenant d'attaques sur rameaux ayant eu lieu au cours de la période de végétation précédente ou d'attaques hivernales à aspect différent semblant avoir atteint plus directement l'œil lui-même.

B. Attaque des jeunes rameaux (jeunes pousses, feuilles). — Sur les bourgeons qui n'ont pas été détruits à l'état d'œil, il peut se former des chancres qui débutent par une tache marron cerclée de rouge [5] (Pl. I, fig. droite et gauche). Ces attaques peuvent se produire dès la sortie des bourgeons et se manifester en même temps sur les jeunes feuilles, sur les jeunes pousses et même à la base des pétioles des feuilles (fig. 2). Dans ce dernier cas, la feuille se dessèche rapidement par suite de l'arrêt de sève.

Les taches ordinaires ont, en moyenne, un diamètre qui ne dépasse guère 1/2 centi-

[1] L'arboriculteur peut parfois confondre ces attaques avec des dégâts dus au froid ou à des brûlures causées par des bouillies caustiques. Il est assez aisé d'établir la différence, car dans le cas de gelées ayant eu lieu pendant le repos de la végétation (décembre ou janvier), seuls les boutons sont tués; ils ne tiennent plus à leur coussinet et tombent dès que l'on touche les rameaux. D'autre part, si on laisse le rameau attaqué se dessécher, les tissus détruits par le coryneum deviennent blanchâtres, alors que le reste se maintient plus foncé (Pl. II, en bas et à gauche). Dans le cas de brûlures consécutives à des traitements, il est en général possible de voir sur les rameaux et notamment sur les parties les moins bien aoûtées des traces de brûlures.

[2] Cette nécrose n'est pas toujours très apparente sur tous les yeux détruits, mais sur un même rameau il est possible de la distinguer sur quelques-uns d'entre eux.

[3] Ducomet. — *Annales de l'École Nationale d'Agriculture de Rennes* (II, p. 25-29, 1910.)

[4] Cette preuve n'est pas formelle, comme d'ailleurs la plupart de celles dont on se sert en agriculture, mais elle constitue une indication sûre à l'appui de notre thèse.

[5] Comme dans le cas des attaques sur les feuilles, la coloration des taches peut légèrement changer avec les variétés.

mètre. Elles sont plus ou moins abondantes bien entendu. Sur les rameaux grêles (ceux qui doivent constituer les chiffonnes, notamment), elles provoquent généralement le dessèchement complet. C'est ainsi que le coryneum est l'une des principales causes de la disparition des rameaux grêles de la base des pêchers [1].

Fig. 1. — Rameau vertical dont les yeux ont été détruits par le Coryneum transporté par un écoulement de gomme. — *Photo Potasse.*

Fig. 2. — Tache de Coryneum. Tache de grande dimension sur gourmand du pêcher (été 1938). *Photo Potasse.*

Sur les rameaux plus importants atteignant à peu près la grosseur d'un crayon, ces attaques peuvent former une multitude de taches qui peuvent devenir confluentes, mais qui tuent rarement le rameau au cours de la première année, à moins qu'en se rejoignant ces taches n'arrivent à faire le tour complet du rameau et à arrêter la sève. Souvent l'attaque se produit à l'aisselle des yeux simples ou multiples; on comprend aisément d'ailleurs que l'angle ainsi formé favorise l'arrêt de la gomme et le développement des spores. Au fur et à mesure que le rameau s'accroît en diamètre, la partie nécrosée ne se développant plus, il se produit souvent dans le sens de la longueur et au milieu de chaque tache une fente à peine perceptible au début et par

[1] Dans le Sud-Ouest le *Monilia* provoque également très fréquemment le dessèchement après l'attaque des fleurs. Dans certains vergers le rôle du *Monilia* s'est révélé particulièrement important, contrairement à ce que l'on déclare ordinairement. Passy l'avait d'ailleurs signalé dans son traité d'arboriculture fruitière dès 1910.

laquelle peut s'écouler un peu de gomme. Les fentes qui se forment à l'aisselle des feuilles prennent généralement la forme triangulaire avec la base vers le bas.

Parfois, et sans que l'on en connaisse exactement la raison [1], il se forme des attaques beaucoup plus importantes. Dans ce cas, la tache s'agrandit rapidement et s'étend le long du rameau sur plusieurs centimètres de longueur [2]; la sève étant arrêtée, le

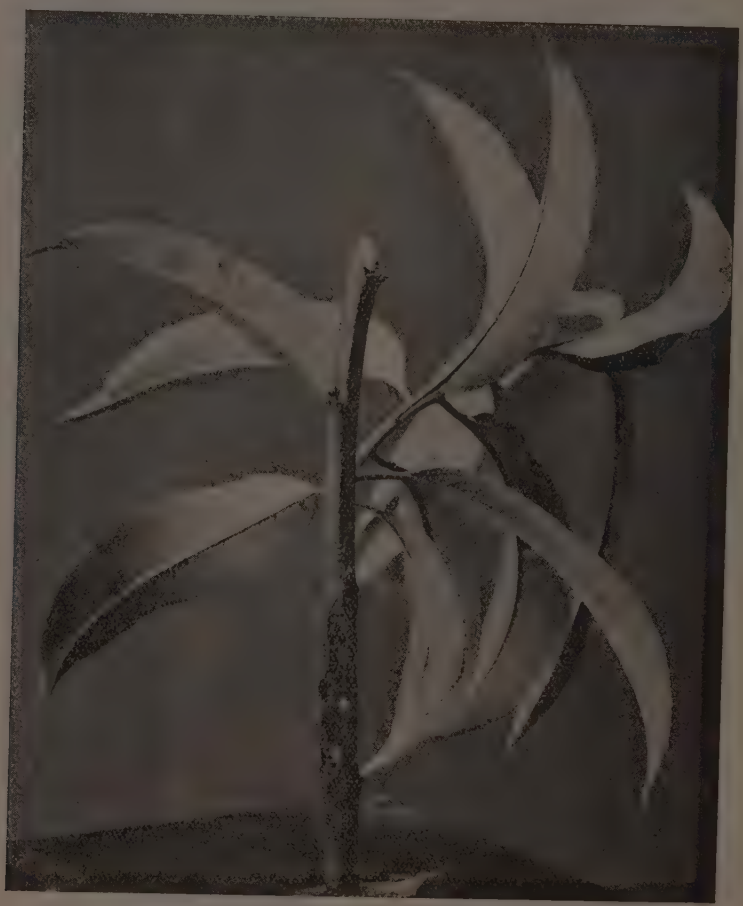


Fig. 3. — Attaque sur rameau de 1 an 1/2 (été 1938). — Variété Elberta.

rameau se dessèche [3]. Des dégâts particulièrement importants ont été constatés de cette manière dans des pépinières en 1937, notamment dans celles qui furent irriguées ou arrosées trop abondamment.

[1] S'agit-il d'une forme plus virulente du *coryneum* ou d'une moins grande résistance des tissus ? Il importerait de chercher à la déterminer par des études plus précises.

[2] Ces attaques ne ressemblant pas à celles ordinairement observées, nous avons dû les faire déterminer soigneusement et tenons à remercier M. Barthelet, qui a bien voulu effectuer des cultures et nous renseigner à ce sujet.

[3] Avant de se dessécher complètement, la partie supérieure du rameau se flétrit et donne alors l'impression d'avoir été cuit par une projection d'eau bouillante

C. Attaque des feuilles. — Nous parlerons peu des attaques sur feuilles qui ont été décrites avec force détails dans la plupart des ouvrages. C'est la forme la plus connue du Coryneum, qui lui a valu d'ailleurs le nom de criblure.

Indiquons cependant que c'est sur les feuilles qu'il est le plus facile de noter en été l'évolution de la maladie. Si les attaques semblent ininterrompues depuis le début de la végétation jusqu'à l'automne, on peut noter cependant pendant certaines périodes une recrudescence marquée de la maladie. Ainsi avons-nous pu observer, au fur et à mesure de la pousse des jeunes rameaux, des zones de plusieurs feuilles à peu près indemnes,

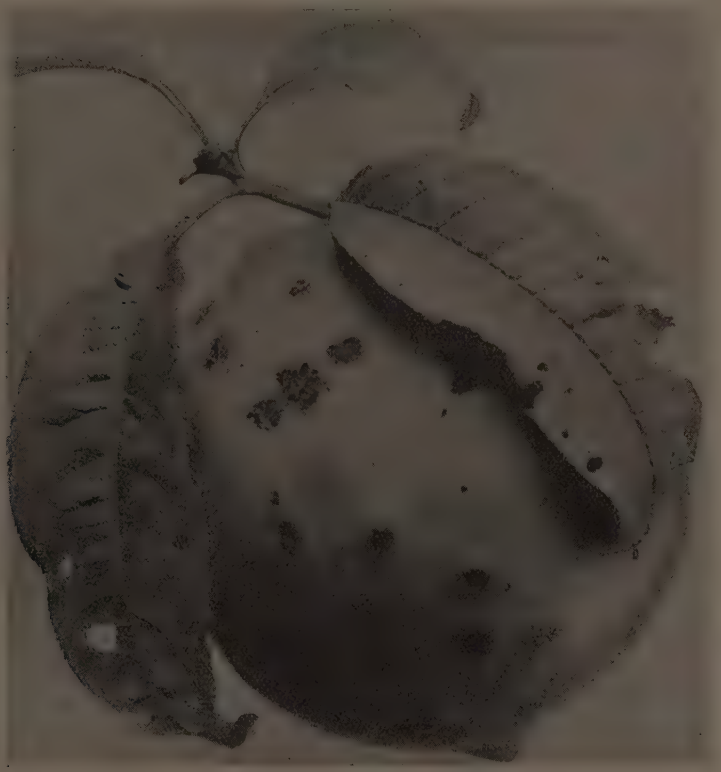


Fig. 4. — Taches de Coryneum sur fruit.

montrant une accalmie entre 2 périodes plus violentes, dont on peut mesurer la durée au moyen du nombre de feuilles atteintes. Les périodes critiques semblent coïncider avec les périodes pluvieuses et orageuses [1].

Généralement, les feuilles de la base des rameaux (qui sont les premières sorties) tombent au mois de mai et sont presque toujours atteintes par le coryneum. Nous avons ainsi observé au début de mai 1938 des chutes très importantes des 4 ou 5 feuilles de la base dans les vergers affectés par les gelées printanières. Ces feuilles étaient littérale-

[1] Des études devraient être entreprises pour préciser le mécanisme de ces cycles d'évolution, qui pourraient servir d'indication pour l'application des traitements d'été.

ment criblées de coryneum, alors que ce phénomène était presque nul dans les vergers protégés. Sans doute le dépôt de gelée blanche sur les jeunes feuilles en avril est-il susceptible de les mettre dans un état de moindre résistance.

Nous avons aussi constaté en juillet-août 1937, après quelques pluies d'orage, une attaque d'une telle violence que dans un petit verger les feuilles sont toutes tombées et que les arbres se sont trouvés entièrement dépouillés [1]. Quelques-uns d'entre eux sont morts par la suite.

Fig. 5. — Cicatrisation de deux chancres sur rameau moyen d'Elberta.
Photo Potasse.

D. Attaques sur fruits. — Ces attaques sont connues. Notons seulement qu'elles peuvent provoquer la chute de quelques jeunes fruits si les spores atteignent le pédoncule.

Nous avons également observé que sur les fruits les taches sont presque toutes localisées (9 sur 10 au moins) à la partie supérieure, ce qui prouve que les spores se propagent généralement de haut en bas (Pl. II, en bas et à droite).

E. Lésions des vieux rameaux. — Les taches du coryneum et les fentes que nous avons vu se développer au milieu de ces taches sur les jeunes rameaux peuvent être le point de

[1] Les taches étaient extrêmement nombreuses au centre des feuilles et tout le pourtour était comme grillé. S'agissait-il d'une attaque plus violente provoquée par l'humidité retenue dans les bords retournés ou légèrement roulés du limbe ? S'agissait-il au contraire d'un arrêt de sève causé par les multiples taches et dont l'effet aurait été accentué par la chaleur solaire ? Nous ne pouvons l'indiquer à coup sûr.

départ de lésions plus considérables. Il en est de même des attaques qui ont débuté par la destruction d'un œil.

Ces lésions provoquent souvent dans la partie environnante du rameau l'éclatement de l'écorce qui se fendille et se soulève. Nous avons notamment observé ce phénomène d'une façon extrêmement nette après une attaque très violente de coryneum sur Elberta (pl. II, en haut et à droite).

Ces lésions peuvent d'ailleurs se cicatriser par la suite et, s'il s'agit de branches mères ou de coursonnes, elles semblent pouvoir reprendre une vie normale (fig. 5). Cependant, une partie du bois est nécrosée à l'intérieur de sorte que cette plaie, qui paraît être refermée, peut être le point de départ de maladies diverses [1].

F. Destruction des yeux à bois à l'automne. — Le phénomène décrit en A se produit dès l'automne et, lorsque celui-ci est humide, on peut observer dès fin novembre des écoulements de gomme et le dessèchement d'un nombre notable d'yeux à bois.

Cette observation va nous donner une indication précise pour l'organisation méthodique des traitements d'hiver.

Méthodes de lutte.

A. Traitements d'automne et d'hiver. — Les agriculteurs de Lot-et-Garonne ont l'habitude de faire 2 traitements d'hiver à la bouillie bordelaise, l'un aussitôt après la chute des feuilles en novembre-décembre, l'autre avant le départ de la végétation (en février).

Traitement effectué après la chute des feuilles. — L'expérience leur a montré qu'il convient d'utiliser à ce moment une bouillie très épaisse (3 à 5 p. 100 de sulfate de cuivre) contenant un mouillant et surtout un adhésif. Ce premier traitement doit, en effet, résister aux intempéries de l'hiver pendant presque 3 mois [2].

Traitement effectué avant le départ de la végétation. — Il peut être effectué avec une bouillie bordelaise plus légère (2 p. 100). Mais il est important de l'additionner d'un mouillant qui lui permettra de bien imbiber les écailles des yeux et des boutons.

Pratiquement ces 2 traitements suffisent. Disons cependant qu'il faut surtout veiller à bien mouiller toutes les parties de l'arbre et à ne pas laisser la moindre surface non traitée. Nous pouvons même affirmer que les vergers n'ayant subi qu'un seul traitement effectué *de façon méticuleuse* restent à peu près indemnes de maladie, alors que nous en connaissons d'autres ayant subi 6 ou 7 traitements d'hiver réalisés trop rapidement et où le coryneum a causé d'importants ravages.

Indiquons également que, pour le pêcher, il nous semble absolument inutile d'avoir des appareils à grand travail et à très forte pression. Les agriculteurs de Lot-et-Garonne arrivent à réaliser presque la perfection dans le traitement du pêcher avec des appareils à dos à pression préalable. L'appareil à traction animale ou mécanique ayant plusieurs jets ne permet pas aussi bien de laisser à chaque ouvrier le temps voulu pour faire un travail fini et aussi pour tenir compte de la direction du vent.

[1] Il est alors presque impossible de reconnaître les plaies ainsi faites de celles causées par la grêle, par un traumatisme ou par le *Monilia*, alors que cela est relativement aisé au cours de la première année.

[2] On y ajoute souvent des huiles pour le nettoyage des écorces et la destruction des Kermès.

B. Traitements d'été. — Nous osons dire que les nombreux traitements d'été effectués pour lutter contre le coryneum n'ont donné à notre connaissance aucun résultat vraiment positif. Ils ont eu souvent au contraire des conséquences néfastes. D'ailleurs, nous affirmons que jusqu'ici les agriculteurs faisant très soigneusement leurs traitements d'hiver n'ont pas eu à se plaindre de dégâts appréciables causés en été par le coryneum.

Cette opinion, bien que personnelle, nous permet d'insister à nouveau sur la nécessité de soigner les traitements d'hiver. Elle n'exclut pas cependant les recherches.

C. Précautions diverses. — Les vieux arbres couverts de chancres sont particulièrement difficiles à soigner; aussi est-il indispensable de soigner les pêchers dès la pépinière où déjà ils sont souvent atteints.

Il est indispensable d'enlever autant que possible toutes les parties chancreuses. Toute cause d'affaiblissement semble diminuer la résistance du pêcher au coryneum (forte production, gelées printanières, cloque, pucerons).

Conclusions.

Comme nous venons de le voir, le Coryneum détermine une maladie très grave, méritant une particulière attention. Il semble, au surplus, qu'elle soit plus dangereuse encore dans le Sud-Ouest que dans la vallée du Rhône; sans doute est-ce une conséquence de la grande humidité de l'atmosphère, aussi bien en hiver qu'en été.

Il semble que les arbres de plein vent non taillés ne subissent pas des attaques aussi violentes que les arbres taillés. Généralement, leurs rameaux de la base sont desséchés assez régulièrement, mais on voit rarement la destruction de gros rameaux, comme cela se produit à partir de la plaie supérieure causée par la taille. Cette observation prouve que l'exécution d'une taille méthodique doit être accompagnée nécessairement de l'application de traitements raisonnés.

Les arbres vigoureux semblent moins sensibles; l'humidité excessive du sol, en ralentissant la végétation, rend les attaques particulièrement graves; parfois, des ravalements doivent compléter les traitements cupriques, pour permettre de donner davantage de force à un nombre d'yeux plus restreint.

Les quelques observations que nous avons effectuées à l'œil nu nécessiteraient souvent des études suivies, qui viendraient compléter et peut-être parfois redresser les interprétations que nous avons suggérées.

En tout cas, il semble urgent de réaliser un travail d'ensemble sur cette question. Si, en effet, le problème des traitements semble avoir été pratiquement résolu de façon satisfaisante pour les années ordinaires, la maladie peut encore nous réserver bien des surprises au cours d'années calamiteuses.

PLANCHE I.

A droite et à gauche, taches de coryneum sur de tout jeunes rameaux (mois de mai 1937). La figure de gauche montre une lésion moins évoluée que celle de droite. Ces attaques, qui ont touché la base des pétioles de plusieurs jeunes feuilles, ont provoqué leur chute. On distingue également quelques attaques sur feuilles.

Au centre, lésions provoquées par le coryneum au sommet d'une branche charpentière (mai 1937). Cette branche avait été taillée au cours de l'hiver précédent. L'écoulement de gomme qui s'en est suivi et qui a entraîné avec lui des spores de coryneum a provoqué la destruction de presque tous les yeux ou bourgeons du sommet. Un seul a réussi à se développer.

PLANCHE II.

En haut, à gauche, taches très nettement délimitées vues au cours de l'hiver 1937-1938 sur un rameau né au printemps précédent. Les deux yeux visibles ont été détruits par des attaques très bien caractérisées, ayant formé des lésions à leur base. *A droite*, rameau d'un an (variété Elberta). Les lésions, vieilles d'un an, ont provoqué le fendillement de l'écorce soulevée par endroits. *En bas, à gauche*, brindille desséchée à la suite d'attaques ayant fait le tour du rameau et arrêté ainsi la sève. Noter la teinte claire limitant l'extension d'une de ces attaques. *A droite*, l'attaque qui a détruit l'extrémité du petit rameau a également provoqué, par la suite, la dissémination des spores à la surface supérieure du fruit.

DOCUMENTATION.

PHYTOGÉNÉTIQUE.

ABAKIAN. — **Transformations dirigées de la nature des plantes.** *Jarovisation*, 6, p. 75-96, 1938.

Les résultats des travaux expérimentaux, poursuivis à la section génétique de 1935 à 1938 ont complètement confirmé les thèses théoriques de Lissenko sur les modifications dirigées de la nature des plantes. La caractéristique des blés « Cooperatorka, Stepiachka, Novokrimka 024 » qui était la résistance au froid à leur premier stade de développement, a été transformée en celle de blés affectionnant la chaleur. Des formes obtenues avec les blés d'hiver, Novokrimka, Cooperatorka, épient en même temps que les variétés de printemps tel le Lutescens 062.

Dans la transformation des blés d'hiver en blés de printemps, la nature de l'organisme et les conditions du premier stade de développement jouent le rôle décisif; il est nécessaire de donner à la plante la possibilité de traverser la phase de jarovisation dans les meilleures conditions tout en orientant ces dernières vers la modification désirée. Dans les générations successives, ces conditions sont nécessaires pendant le premier stade de développement. La plante au cours de sa modification, à l'instar des hybrides, ne possède pas encore un état complètement fixe. Les organismes, avant de parvenir au type fixe désiré, se soumettent facilement aux modifications résultant de leur traitement. Il faut étudier non seulement les conditions de développement des générations précédentes, mais aussi la dépendance des organismes vis-à-vis des conditions de développement pendant l'année en cours. Pour assurer chez la descendance le développement et la fixation des modifications cherchées, il faut conformément au changement d'exigences des organismes végétatifs créer les conditions assurant le développement désiré de chaque génération successive. J. H.

ABAKIAN. — **Résultats de la fécondation des plantes agricoles.** *Jarovisation*, 6, p. 96-119, 1938.

Des blés de printemps barbus Erythrospermum 1160 ont été semés à côté d'autres blés de printemps sans barbes, 062, 1055 et 1163. Sur certains épis de 1160, les étamines ont été coupées en vue d'assurer des conditions égales de fécondation par le vent. La fécondation s'est faite de préférence avec le pollen des espèces 062 et 1055, dans la proportion de 75 à 84 p. 100. L'espèce 1163 n'a fécondé que dans la proportion de 20 p. 100. Il se produit donc un choix dans la réception des pollens. En outre, les hybrides obtenus ont une végétation plus vigoureuse que celle de leurs parents. La fécondation de 1160 par le pollen des épis voisins de même variété a lieu avant celle produite par le pollen des autres variétés. Des blés d'hiver, Ukrainka, Cooperatorka et Krimka semés dans les mêmes conditions à côté des blés de printemps 1160, 1163, 1055 ont donné des blés d'hiver en très grande proportion : 93 à 97 p. 100. Le blé d'hiver Hostianum fécondé à la fois par

le pollen de l'Ukrainka et celui du blé de printemps 1163 a fourni 81 p. 100 de blés d'hiver. Fécondé d'abord avec le 1160 printemps, ensuite avec le Lutescens, il a donné 71 p. 100 de blés d'hiver. Fécondé seulement avec la variété de printemps 1160 et laissé ensuite à l'air libre, il a produit encore 65 p. 100 de blés d'hiver. Ces faits montrent quelle compatibilité possède le pollen dans la fécondation d'une autre variété. Dans un essai sur maïs, où des rangées de maïs blancs alternaient avec des maïs jaunes, à même date de floraison, les espèces à grains blancs, Risovaia 15/3, Ceviero, Dakotskaia donnèrent des pourcentages faibles de grains jaunes (0,3 à 3,1 p. 100). D'autres espèces à grains blancs Bourlei-Kaounti et corolle Philipp donnèrent des pourcentages élevés de grains jaunes (12 p. 100 à 24,1 p. 100). Les maïs blancs se fécondent de préférence avec le pollen de grains blancs. Les exceptions proviennent de raisons organiques ou de l'absence de pollen de la plante-mère. Les expériences faites avec le tournesol nain montrent que les plants issus de la fécondation par d'autres espèces ont un aspect différent de celui du plant d'origine, tige plus haute et nombre plus grand de graines. Le poids absolu des graines de plantes hybrides est plus élevé que celui des plantes d'origine. De même, les expériences faites sur 11 espèces de seigle d'hiver ont montré que les plantes issues de croisement donnent une récolte plus élevée et un poids plus lourd, qualités qui se transmettent bien. L'espèce Pulmann à grains jaunes fécondé par des variétés à grains verts donne des descendants à grains verts dont les grains ont un poids absolu plus élevé de 3 à 4 grammes. Le Nemuschlianka par croisement augmente sa récolte de 7 à 10 p. 100. Le Petkus après croisement n'a pas donné d'abaissement de récolte pendant quatre ans. On peut donc selon l'académicien Lissenko obtenir par sélection des variétés de seigle mieux adaptées et plus fertiles et par croisement constant avec des espèces améliorantes obtenir l'élite des formes désirées.

Sur les pommes de terre, Lissenko a obtenu par greffage une hybridation qui permet d'obtenir des nouvelles formes de plantes. On peut façonner la nature des hybrides en cherchant à fixer les caractères utiles des parents. Cette fixation se fait en faisant varier les états de végétations chez les parents (âges, nombre de feuilles). Pour obtenir une modification plus profonde dans le sens désiré, il faut greffer de telle sorte qu'une espèce à qui on désire donner les qualités d'une autre se trouve sous l'influence de son alimentation à la fois souterraine et aérienne. Pour fixer chez les générations suivantes les changements obtenus, il est nécessaire de soumettre la plante à l'influence de la variété vers laquelle on veut l'orienter par exemple par greffage répété. J. H.

JOHNSSON (H.). — **Recherches sur les époques des coupes de luzerne.** (Slattertidsförsök i blåluzern.) *Sver. Utsädesf. Tidskrift*, XXXXVIII, 1, p. 16-46, 1938.

Le but des recherches est de déterminer l'influence des différentes époques de coupe en automne sur le rendement dans les années qui suivent. Les essais, sur des semis de 1929-1932-1933 à 1934, sont conduits suivant la méthode de LINDHARD. Des parcelles de 1 m. × 10 m. sont récoltées par moitiés et par quarts à des dates échelonnées en automne. Les conclusions concordent avec les résultats des recherches précédentes effectuées par GRABER et NELSON (1927), GRANFIELD (1934-1935), SILKETT (1937) et SYLVEN (1931). Il est défavorable de pratiquer une coupe d'automne l'année même du semis. Dans les années qui suivent il est recommandé d'effectuer la dernière coupe lors de la pleine maturité, de façon à n'avoir qu'une très faible reprise de végétation avant l'hiver, ce qui permet l'accumulation des matières de réserves des racines et met la plante dans un état favorisant la résistance à l'hiver. P. H.

THOMSON (J. R.). — **Développement du sainfoin l'année du semis.** (The development of sainfoin in its seeding year.) *Ann. of appl. Biology*, XXV, 3, p. 457-470, 1938.

Malgré son importance culturale le sainfoin a peu attiré l'attention des chercheurs. Les travaux de l'A. sont destinés à déterminer la biologie des variétés cultivées en Angleterre d'*Onobrychis sativa* LAM = *O. Viciaefolia var. sativa* LAM : le sainfoin commun (*O. sativa var. communis* AHLEFELD) et le sainfoin géant (*O. sativa var. bifera* HORT).

La distinction entre ces variétés ne peut être réalisée taxonomiquement, mais seulement par l'étude du développement des plantes. Le sainfoin géant a une croissance rapide, il

fleurit l'année même du semis, fleurit deux ou trois fois les années qui suivent donnant ainsi deux ou trois coupes annuelles. Il est caractérisé par des feuilles courtes. Le sainfoin commun fleurit l'année qui suit celle du semis et ne fleurit ensuite qu'une fois par an. Les feuilles sont longues. Le nombre des talles est plus élevé que dans le cas du sainfoin géant. Les lots de semences du commerce sont des mélanges de populations des deux variétés; l'origine des variétés n'est pas encore établie. Il est possible que l'habitude de prélever les semences suivant les régions sur la première ou sur les dernières coupes ait agi comme un facteur sélectif en faveur de l'une ou l'autre variété à partir d'une souche commune. P. H.

Senn (A.). — **Relations entre les nombres chromosomiques des légumineuses.** (Chromosomes numbers relationships in the leguminosae.) *Bibliographia Genetica*, XII, p. 175-336, 1938.

Les études karyologiques de l'A. ont pour but d'établir la phylogenèse de la famille des légumineuses et d'en rectifier la classification.

Après l'exposé des méthodes utilisées pour l'examen karyologique du genre Lathyrus, l'A. donne une liste des nombres gamétiques et somatiques des chromosomes des légumineuses classées suivant l'Index Kewensis, ainsi que les données relatives à la répartition géographique, la durée du cycle de végétation, l'état herbacé ou ligneux des espèces et les références des auteurs qui les ont précédemment étudiées.

Les relations phylogéniques hypothétiques des légumineuses sont présentées sous forme d'un schéma qui diffère des précédents de Gramms (1926) et de Tischler (1929) basés sur des données morphologiques, principalement en ce qui concerne l'origine des papilionacées. Celle-ci au lieu d'être attribuable à la tribu des Sophorées paraît être certaines formes primitives à 8 chromosomes. Par perte, ou plus rarement par gain de chromosomes des formes aneuploïdes à 7, 9, 11 chromosomes sont apparues.

Ce serait le cas notamment pour les Viciées vraies (*Vicia*, *Lens*, *Lathurus*, *Pisum*) qui proviendraient par aneuploïdie d'une forme à 8 chromosomes. Leur nombre chromatique commun est $n = 7$. Il existe des dérivés aneuploïdes à 5 et 6 chromosomes chez *Vicia* et *Lathyrus*. Les Viciées sont étroitement apparentées au genre *Ononis* ($n = 15$ et 16) par l'intermédiaire du genre *Cicer*, et aux Phaseolées ($n = 11$ *Phaseolus*) [$n = 20$ *Glycine*] par le genre *Abrus*. Les Viciées ont probablement comme origine commune le bassin méditerranéen où *Lens* et *Pisum* sont toujours à l'état endémique. *Vicia* et *Lathyrus*, se sont étendus à la presque totalité de la zone tempérée de l'Amérique du Nord ainsi qu'à une partie de l'Amérique du Sud. *Lathyrus* présente des centres de dispersion secondaires dans l'Ouest des U. S. A. et dans la zone Chili-Argentine.

D'une façon générale, chez les légumineuses l'extension géographique ne paraît pas en relation avec la diploïdie ou la polyploïdie des espèces. La proportion de polyploïdes est faible chez les légumineuses, élevée au contraire chez les Polygonacées, Rosacées, Malvacées. Cette constatation n'a pas encore reçu d'explications satisfaisantes.

Chez les légumineuses les plantes vivaces ligneuses ont des nombres de chromosomes plus élevés que les plantes annuelles herbacées, dont elles paraissent tirer leur origine. P. H.

Muskett (A. E.), Horne (A. S.), Colhoun (J.). — **Action de la fumure sur les fruits du pommier.** (The Effect of Manuring upon Apple fruits.) *Ann. Of Appl. Biology*, XXV, 1, p. 50-67, 1938.

Les expériences ont duré quatre ans, de 1929 à 1932, sur un verger particulièrement homogène au point de vue variété (Bramley's Seedling), porte-greffe, âge et état des arbres. Le sol a une teneur normale en potasse et en acide phosphorique, une teneur très insuffisante en azote. Les engrais employés sont : Sulfate d'ammoniaque (20.6 N) ; Chlorure de potassium (50 p. 100 K^2O) ; superphosphate (16.03 p. 100 P^2O^5 soluble). Les lots d'arbres y compris le lot témoin reçoivent les mêmes traitements antiparasitaires et des façons culturales identiques.

En 1929 l'action du sulfate d'ammoniaque se traduit par une teinte plus foncée du feuillage. En 1930 action nette de la fumure azotée seule ou en combinaison avec les

autres éléments, sur la croissance des arbres. Les lots ayant reçu la fumure complète ont une floraison plus intense, et de dix jours plus précoce que celle des autres lots sans cependant qu'il y ait d'action sur le rendement. Les années 1931-1932 ont confirmé les observations des années précédentes.

Les engrais, surtout l'azote, ont une influence sensible sur la croissance, l'époque et l'intensité de la floraison, la coloration du feuillage, et du fruit. La potasse et les superphosphates favorisent la production des fruits colorés. Les engrais accroissent la teneur en azote des fruits et parallèlement la réceptivité des fruits à l'infection par *Cytosporina ludibunda*. De même pour la sensibilité aux attaques de *Venturia inaequalis*. Au contraire le développement de *C. ludibunda* est moins rapide dans les fruits des lots ayant reçu les engrais potassiques. P. H.

Havis (L.). — **Répartition des racines du pêcher.** (Peach tree root distribution.) *Ecology*, XIX, 3, p. 454-462, 1938.

L'étude du système radiculaire du pêcher est en relation avec les problèmes de la fertilité, l'action du froid, de la sècheresse, de l'humidité du sol. Elle porte sur la répartition en profondeur, la quantité, la grosseur des racines. Le matériel est constitué par des pêchers Elberta âgés de 10 à 12 ans. Les mesures sont effectuées suivant les méthodes de Beckenbach et Gourley (Some effects of different cultural methods upon root distribution of apple trees *Amer. Soc. Hort Sci. Proc.* 29 th Ann. Meeting 1933) au moyen de tranchées creusées les unes perpendiculairement, les autres parallèlement à la direction normale des racines.

Dans le cas des sols à limons bien drainés de Wooster et de Canfield (Ohio) 60 p. 100 des racines sont situées dans les premiers 0 m. 30 en profondeur, 85 p. 100 dans les 60 cm. La couche sous-jacente est constituée par un dépôt glaciaire assez compact très peu pénétré par les racines.

Dans le sol de Volusia, de même nature, moins bien drainé, 56 p. 100 des racines sont situées à une profondeur d'environ 30 cm., 92 p. 100 dans les premiers 60 cm. De 45 à 70 cm. le sol est plus dense, les racines y sont plus fines mais bien réparties. Les arbres placés dans ces conditions sont vigoureux et productifs. Les dégâts dus au froid sont cependant plus sensibles dans le sol de Volusia que dans ceux de Wooster et de Canfield.

Dans le sol de Vrumbull les dégâts du froid sont encore plus marqués. La répartition des racines est de 65 p. 100 dans les 30 premiers centimètres, 90 p. 100 dans les 60 cm. Au-dessous de 45 cm. le sol est très compact jusqu'à 1 m. 25 de profondeur. On n'y rencontre que quelques racines qui suivent les fissures naturelles. Au-dessous de 1 m. 25 le sol devient sableux et limoneux; les racines qui parviennent jusqu'à ce niveau s'y ramifient et s'y développent. Quelques racines pénètrent jusqu'à 2 m. 20.

Bien que le système radiculaire soit plus profond dans le sol de Vrumbull, il est moins équilibré que dans les autres cas, où les arbres sont plus résistants, vigoureux et productifs. P. H.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE.

Bordukova (M^me^). — **Détermination de la résistance au Phytophthora chez la pomme de terre.** (Uber die Bestimmung der Widerstandfähigkeit der Kartoffein gogen die *Phytophthora*.) *Obst. u. Gemüsebwirstch*, IX, p. 29-32, 1937.

Chez les variétés résistantes telles que *Solanum demissum* formes *recurvoacuminatum*, *xithense* et *tlarpehualcoense* et N° 8670 les tissus sont si sensibles à l'infection que la nécrose s'installe rapidement et crée ainsi des conditions très défavorables pour l'agent pathogène qui meurt très vite. Chez les variétés sensibles par contre, les tissus ne présentent pas de réaction initiale contre l'invasion et les cellules ne font que mourir après avoir été vidées. A ce stade, la région infectée a été profondément pénétrée par le mycelium. P. L.

GRETSCHUSHNIKOFF (A. I.). — **Le rôle de la sistoamylase dans la résistance de la pomme de terre au *Phytophthora infestans* de BARY.** (Cérémonie en mémoire de Lubimenko, p. 309-313.) *Ukr. S. S. R. Acad. Sc. Presse*, Kieff. Résumé anglais.

Le feuillage des variétés résistantes au mildiou contient des quantités de sistoamylase beaucoup plus grandes que celui des variétés sensibles. Dans une nouvelle série d'essais où l'on contaminait artificiellement une variété très sensible (Early-Rose) et une variété résistante (Smyslovski), on a remarqué que l'infection était suivie par une chute marquée du contenu de sistoamylase des deux variétés, la proportion de cette substance étant plus faible sur les plages saines que sur les plages malades. D'autres expériences conduites à la fois sur des plantes en pots et dans les champs montrent que chez toutes les variétés de pommes de terre cultivées, ainsi que sur les espèces sauvages et leurs hydrides qui ont été étudiées, la quantité de sistoamylase était plus élevée sur sol sec que sur sol humide et décroissait graduellement lorsque l'humidité du sol augmentait. Cependant, le fait que la variété résistante N° 8670 n'a pas présenté d'infection dans les sols les plus humides alors que son contenu de sistoamylase était amené à un niveau plus bas que chez Early-Rose, paraît montrer que la résistance au Mildiou n'est pas déterminée uniquement par le facteur sistoamylase. P. L.

MILLS (W. R.). — **Influence de l'état de maturité des variétés de pomme de terre sur leur résistance au mildiou.** (The influence of maturity of Potato varieties upon their susceptibility to late blight.) *Am. Potato J.*, XV, p. 318-325, 1938.

L'obtention artificielle de l'état de maturité en raccourcissant la période d'exposition à la lumière (13-14 heures période normale; 9 heures période raccourcie) chez cinq variétés, n'a pas augmenté leur sensibilité au mildiou. Le seul changement observé a été une diminution de la sensibilité des plantes de la variété Smooth-Rural soumise à des jours courts, par rapport aux témoins recevant la quantité normale de lumière. P. L.

RIVERA. — **Le facteur chimique dans l'infection parasitaire des plantes.** (Der chemische Faktor beim Parasitenbefall der Pflanzen.) *Angew. Chem.*, li 44, p. 775, 1938. — Résumé d'une communication au 10e Congrès international de chimie de Rome (15-21 mai 1938).

Bien que des facteurs chimiques soient prédominants en ce qui concerne la sensibilité d'une plante à un parasite champignon, bactérie ou virus, aucune règle générale ne peut être formulée quant au processus qui varie suivant l'hôte et l'agent pathogène. Selon les cas ce seront les sucres, l'azote ou les polypeptides, qui seront responsables. L'acidité du suc cellulaire augmente dans certains cas et diminue dans d'autres la sensibilité. Le mécanisme de défense des plantes est souvent d'origine chimique et quelquefois liée à la présence de composés phénoliques ou de tanin bien que dans d'autres cas l'action antitoxique et bactéricide soit due à des protéïdes. P. L.

JARWOOD (C. E.). — **Relations entre la lumière et le cycle diurne de sporulation de certaines Peronosporacées.** (The relation of light to the diurnal cycle of sporulation of certain downy mildews.) *J. Agr. Res.*, liv. 5, p. 365-373, 1937.

Des études faites dans les champs en mai 1935 ont montré que des feuilles de houblon infectées par le *Pseudoperonospora humuli* montrent des conidiophores qui commencent à sortir des stomates à midi; à quinze heures les ramifications sont complètes et de petites conidies apparaissent; celles-ci atteignent leur taille définitive à dix-huit heures, sont mûres, et se détachent le lendemain à neuf heures. Des expériences ultérieures ont montré que les mildious du houblon, de l'oignon (Peronospora destructor), de la vigne (Plasmopora viticola) et de la Laitue (Bremia Lactucae) ne sporulent pas lorsque les feuilles infectées sont exposées à la lumière artificielle (lampe Mazda de 170 bougies). Les mildious du houblon et de l'oignon sporulent au maximum lorsque les feuilles ou les plantes infectées sont placées à l'obscurité dans des chambres humides à la fin de l'après-

midi ou dans la soirée et sporulent peu ou pas lorsque ces feuilles y sont placées au début de la matinée. La faculté de sporulation des mildious du houblon et de l'oignon est également inhibée par un séjour de 12 heures ou davantage à l'obscurité et à faible humidité, mais elle est restaurée par une exposition ultérieure de 12 heures à la lumière naturelle ou artificielle. Ceci indiquerait bien que le cycle diurne de sporulation dépend fondamentalement de l'alternance de la lumière et de l'obscurité du jour normal.

P. L.

Larson (R. H.), Albert (A. R.) et Walker (J. C.). — **Relation entre la réaction du sol et la gale commune de la pomme de terre.** (Soil reaction in relation to Potato scab.) *Am. Potato. Journ.*, XV, 11, p. 325-330, 1938.

Ces essais confirment le fait que la maladie diminue d'importance quand l'acidité du sol augmente. En aucun cas cependant l'agent pathogène n'a été éliminé en maintenant la concentration en ions hydrogène au-dessous de *p*H 5 pendant une période de deux ans. L'application de soufre a permis également de réduire le pourcentage d'infection.

P. L.

Van Haeringen. — **Observations pratiques sur le** *Phytophthora erythroseptica*. (*Eenige waarnemingen in de praktijk over Phytophthora erythroseptica*) *Tijdschr. Pfziekt*, X, liv. 5, p. 247-256, 1 grap., 1938.

L'A. étudie depuis 1926 la pourriture causée par ce champignon dont les dégâts sont importants dans les régions gagnées sur les marécages en Hollande, principalement dans les saisons sèches et chaudes lorsque la température du sol atteint 20° et plus à une profondeur de 10 cm. et que l'eau remonte du sous-sol. Les méthodes de lutte consistent à cultiver des variétés conservant un feuillage luxuriant tard dans l'été : Roode Stard, Populair, Eigenheimer ; l'Eesterling et la Bintje sont plus que toujours attaquées.

Les conditions de développement seront favorisées par un copieux épandage de fumier et de potasse et un arrachage précoce des mauvaises herbes. La structure physique du sol doit être modifiée en vue de diminuer la conductibilité vis-à-vis de la chaleur et de l'eau par incorporation de substances organiques fraîches et d'engrais verts. Des drainages profonds empêcheront l'accumulation d'eau stagnante et assureront la perméabilité du sous-sol.

P. L.

Horsfall (James G.). — **Lutte contre la fonte des semis.** (Combating damping off.) *New York agr. exp. St. Bul.*, 683, sept. 1938.

Ce mémoire résume les résultats de neuf années de recherches sur la fonte des semis. Il faut distinguer deux types de fonte des semis suivant que l'attaque se produit avant la levée, tout au début de la germination ou après la levée. Le premier cas est souvent méconnu car le défaut de levée est imputé à tort à la mauvaise qualité de la semence. Les parasites responsables des dégâts ont deux origines possibles : les uns vivent dans le sol, les autres sont apportés par la semence elle-même. Ces quelques notions élémentaires permettent d'expliquer les trois procédés de lutte utilisés actuellement.

1. *Désinfection des semences :* elle est efficace dans le cas de champignons apportés par le semence elle-même. C'est ainsi que la fonte des semis de céréales occasionnée par *Gibberella Saubinetii* est fortement réduite si l'on désinfecte la semence par certains composés organomercuriques.

2. « *Protection* » *des semences :* les semences traitées par certains désinfectants qui adhèrent à leur surface sont protégées contre les parasites qu'elles transportent et aussi dans une certaine mesure contre ceux qui vivent dans le sol. Cette technique dite de « protection des semences » est très efficace dans la lutte contre la fonte des semis avant levée. Deux produits sont particulièrement intéressants ; ce sont l'oxyde rouge de cuivre (lorsqu'il répond à certaines spécifications bien déterminées) et l'oxyde de zinc. Le premier ne peut pas être employé sur les crucifères, le second, utilisable pour les crucifères, cause par contre des dommages à quelques plantes comme le Pois et le Haricot de Java

qui supportent bien l'oxyde rouge de cuivre. Les composés organiques de mercure sont aussi fort efficaces.

3. *Désinfection du sol :* les principales méthodes (pasteurisation, traitement par les désinfectants) sont rapidement passées en revue. En ce qui concerne la désinfection par le formol, l'ancienne méthode qui consistait à arroser le sol avec une grande quantité de solution très diluée de formol, tend à être abandonnée, car il fallait attendre dix jours au moins avant de pouvoir ensemencer. On a montré que le mélange avec la terre de poudres formolées contenant 6 p. 100 de formol et employées à des doses convenables donnaient de bons résultats et permettaient l'ensemencement 24 à 36 heures après le traitement. Récemment, on a montré que l'emploi de la poudre n'est pas nécessaire. Il suffit de mélanger à la terre une petite quantité de solution très concentrée de formil (formol de commerce dilué 5 à 6 fois) ; on maintient ainsi la terre très sèche et aussi pénétrable par les vapeurs de formol que lorsqu'on utilise les poudres (Gurtman et Massée). P. L.

Staehelin. — **La désinfection partielle du sol et son application pratique.** *Journal d'horticulture du Canton de Vaud*, juin-juillet 1938.

La fatigue du sol est due essentiellement à la rupture de l'équilibre entre les flores microbiennes utiles et nuisibles. L'équilibre normal peut être rétabli par une *désinfection* partielle du sol : telle est l'idée générale de cet article.

Après avoir donné une liste des principaux organismes nuisibles qui peuvent se trouver dans le sol (champignons de la fonte des semis, de la toile, de la pourriture du collet, etc.), l'A. aborde les techniques de désinfection du sol à un point de vue essentiellement pratique.

La désinfection par la vapeur est la plus efficace. Il faut avoir une chaudière roulante ou portative permettant d'envoyer par une tuyauterie spéciale, la vapeur sous pression dans le sol des couches ou des récipients de terre à traiter. L'opération dure 30 minutes. La terre atteint, pendant cette opération, une température de 95 à 100°. Après désinfection, on couvre la terre avec des sacs ou de la paille pour maintenir la chaleur aussi longtemps que possible.

L'A. donne ensuite la liste des principaux désinfectants ayant fait leurs preuves ainsi que leur mode d'emploi (sulfure de carbone, formol, composés organomercuriques, sels de cuivre, cyanamide calcique et chaux vive). P. L.

Atkinson (J. D.). — **Les effets du Bore sur le liège des Pommes.** (The effect of boron on bitter pit of apples.) *N. Z. J. Sci. techn.*, XIX, 7, p. 461-463, 1937.

Des expériences relatives aux effets du Bore sur le liège (bitter pit) ont été faites sur une variété sensible en 1935 et 1936 par épandage au pied de l'arbre ou injection de solutions diluées de borax, d'acide borique et de perborate de sodium. Elles ont abouti à un échec. La première année, 80 à 96 p. 100 des fruits traités ou non traités étaient atteints et la seconde année, cette proportion atteignait 87 à 98 p. 100. L'A. considère que ces résultats viennent à l'appui de ses observations antérieures (*N. Z. J. Sci. tech.*, XVIII, p. 381-390, 1936) d'après lesquelles l'étiologie de la maladie du liège proprement dite (bitter-pit) est différente de celle qui se manifeste par la formation de liège à l'intérieur même du fruit. Cette dernière est nettement diminuée par l'action du Bore.

P. L.

Moshkov (B. S.). — **Photopériodisme et immunité.** — *C. R. Ac. Sc. d'U. R. S. S.*, n. s., XIX, 9, p. 751-754, 1 fig., 1 grap. 1938, R. A. M., p. 29, janv. 1939.

L'A. étudie les relations entre le photopériodisme et l'infection de feuilles par *Cronartium ribicola*. Les feuilles exposées plus de 17 heures à la lumière ne sont pas atteintes ; celles exposées pendant 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11 et 10 heures montrent 5, 10, 50, 75, 100, 40, 10 et 5 p. 100 de la surface foliaire atteinte. Celles qui sont exposées moins de 9 heures par jour à la lumière ne sont pas atteintes. Ceci explique pourquoi dans les conditions naturelles à Léningrad, les téleutospores de *C. ribicola* ne se développent qu'en

automne quand le jour a moins de 16 heures. L'immunité des plantes vis-à-vis du parasite doit dépendre de changements dans les feuilles qui se produisent sous l'effet du photopériodisme. P. L.

Fowler (E. M.). — **Les chancres des rameaux des châtaigniers asiatiques dans l'Est des États-Unis.** (Twig Cankers of asiatic chestnuts in the eastern United States.) *Phytopathology*, XXVIII, 10, p. 693-704, 1938.

Le châtaignier commun aux États-Unis : *Castenea dentata* (Marsh, *Bork*) est très sensible à la maladie de l'Encre. Les espèces asiatiques résistantes plantées en remplacement : *Castanea mollissima* Bl ; *C. Crenata* Sieb et Zucc, syn *C. Japonica* Bl, sont sensibles à la sécheresse, au froid et à divers champignons auxquels on doit attribuer les chancres des rameaux. Le plus fréquent dans l'Est des U. S. A. est *Cryptodiaporthe castanea* (Tcl. Wehmeyer). Les chancres atteignent toujours les parties ligneuses. Les premiers symptômes s'observent en janvier-février dans l'état de Washington. L'infection se produit dans 85 p. 100 des cas par la base des brindilles, dans 6 p. 100 par les bourgeons secs, 8 p. 100 par les plaies de taille, 1 p. 100 par les bourgeons verts. Le développement est très rapide, le rameau périt en une saison, l'attaque se propage à la branche. On a déterminé dans les chancres la présence de plusieurs parasites; outre *Cryptodiaporthe, Botryosphacria ribis chromogena* G et D et *Diplodia sp.*, différenciables seulement par l'étude microscopique.

Des essais d'infection artificielle ont été réalisés par l'A. de 1932 à 1936 sur les espèces *Castanea crenata, C. mollissima, C. henryi, C. pumila*. En général l'infection a plus de succès sur les plantes en repos de végétation. *C. Crenata* paraît plus facile à infecter par les trois parasites que les autres espèces. L'A. indique les différentes études antérieures se rapportant à la biologie de ces parasites et y ajoute sa contribution personnelle. Il conclut en recommandant la plantation des espèces asiatiques en sols profonds fertiles, bien drainés. L'emploi de badigeons sur les plaies de taille, la suppression et l'incinération des branches dès le début des attaques. Des essais de traitements anticryptogamiques sont actuellement à l'essai. P. H.

Dowson (W. J.), Moore (W. C.) et Ogilvie (L.). — **Une maladie bactérienne du Bégonia.** (A bacterial disease of Begonia.) *J. of the Royal hortic. Soc.* V. LXIII, p. 286-290, 1938.

Sur Bégonia d'hiver, taches petites, vitreuses, à la face inférieure des feuilles surtout le long des bordures et parallèles aux nervures; en augmentant, donnent des taches pâles, gorgées d'eau, qui se fusionnent. Tissus d'abord flasques, deviennent bruns, puis meurent, tandis que les nervures brunissent ou noircissent. Attaque des feuilles est surtout accompagnée de taches brunes sur pétioles et tiges qui se cassent. Parfois et surtout sur Optima et « J. Meusing », les tiges sont atteintes en premier lieu et le premier symptôme de la maladie est une couleur plombée, suivie de flétrissement général de la plante.

Les tiges ou nervures renferment des bactéries surtout dans les vaisseaux; cultures pures sur bouillon et gélose donnent une bactérie jaune qui par infection de géranium redonne la maladie.

Ces bactéries sont de courts bâtonnets à extrémités arrondies ou ovales, très mobiles, Gram-négatives. Maladie d'abord vasculaire, avec flétrissement des feuilles, noircissement des nervures et pourriture de la tige.

En 1933, Buchwald avait attribué au *Bacterium Begoniae* une maladie observée au Danemark sur variété Optima. Les AA. adoptent cette dénomination.

Toutes les formes à petites et grandes fleurs des hybrides de *B. Socotrana* peuvent être attaquées, mais les variétés présentent des différences marquées : Clibran's Pink, Altrincham Pink et Optima seraient les plus sensibles, mais Baardx's Wonder Mrs Baardx, Dazzler, Emita, Orange Sum peuvent aussi être très atteintes. D'autre part, Ege's Favourite, Exquisite, Pink Perfection, Fascination Star et Flambeau semblent beaucoup plus résistantes. La maladie n'a pas été observée sur Gloire de Lorraine, ni les variétés d'été du type « semperflorens » en Angleterre, mais a été signalée en Europe. Il n'y a pas eu d'essai méthodique de lutte; il est vraisemblable que l'infection peut être transportée par

l'eau d'arrosage. Des précautions seront prises pour l'arrosage et la suppression des plantes malades. M. G.

Ashworth (D.). — **Une rouille sur Rhododendron, rare en Angleterre.** (A rust disease of Rhododendron, uncommun in Great Britain.) *Royal Hortic. Soc.*, LXIII, p. 487, 1938.

Le *Chrysomyxa Rhododendri* a été observé pour la troisième fois en Angleterre (en 1913, dans le Lanarkshire, en 1916 dans le Aberdeenshire) sous la forme uredo : il a été trouvé sur *Rhododendron Roylei*, ce qui constitue un nouvel hôte.

En Europe, la maladie est courante et provoque des dégâts en Suisse et dans les Pyrénées françaises où le Rhododendron et l'Epicea existent côte à côte. Parfois les attaques prennent des proportions d'épidémies et causent des dégâts aux Epiceas qui peuvent être complètement défeuillés. Les espèces de Rhododendrons signalées jusqu'ici comme hôte du Chrysomyxa sont les suivantes : *R. ferrugineum*, *R. hirsutum*, *R. intermedium*, *R. dauricum*, *R. Kotschyi*, *R. myrtifolium*, *R. kaempferi*. M. G.

ZOOLOGIE AGRICOLE.

Davies (M. W.). — **Recherches sur les Aphides parasites des cultures de Pommes de terre. VII. Relevé des Aphides hébergés par les pommes de terre cultivées dans certaines régions de l'Écosse.** (Studies on aphids infesting the potato crop. VII. Report on a survey of the aphis population of potatoes in selected districts of Scotland.) *Ann. of Applied biology*, p. 116-333. Feb. 1939.

L'A. a étudié comparativement les aphides hébergés par les Pommes de terre dans deux régions différentes : l'une où les cultures de pommes de terre « dégénèrent » rapidement, l'autre où les maladies à virus sont rares. Dans la première région on compte 100 à 1.000 *Myzus persicae* pour 100 feuilles de pommes de terre alors que dans la seconde, on ne trouve pas plus de 20 *Myzus* pour 100 feuilles.

Les virginipares ailées volent facilement quand la température moyenne dépasse 65° F. (18°3 C.). En atmosphère sèche, les aphides volent presque incessamment ; mais le vol cesse dès que l'humidité relative dépasse 80 p. 100.

M. Persicae Sulz est le puceron le plus commun. *Macrosiphum gei* Koch, plus rare, est un vecteur de bien moindre importance. *Aphis rhamni* Boyer qui hiverne sur le nerprun est relativement rare sur les pommes de terre. *Myzus pseudo-solani* Theobald est parfois très abondant.

Les plantations de choux, plantes-hôtes d'hiver de *M. Persicae* déterminent au printemps des invasions considérables de ces pucerons sur les plantations de pommes de terre voisines. L'A. a également étudié l'action des facteurs climatiques sur le comportement des aphides ; la migration des aphides n'est importante que lorsque les conditions suivantes sont réunies : température supérieure à 18°3, vitesse du vent inférieure à 8 kilomètres à l'heure et humidité relative inférieure à 75 p. 100. L. B.

Dennis (R. W. G.). — **Notes sur les réactions photopériodiques et les maladies à virus de quelques Pommes de terre péruviennes.** (Notes on the photoperiodic reactions and virus contents of some peruvian potatoes.) *Ann. of Applied biology*, p. 87-101. Feb. 1939.

Les études de l'A. ont porté sur des Pommes de terre péruviennes importées de Puno et se rapportant aux espèces *Solanum chaucha* et *S. andigenum*. Les travaux de Garner et Allard (1923) et de Tincker (1925) ont montré qu'un éclairage de 14-15 à 18 heures par jour inhibe complètement la formation des tubercules et la floraison des pommes de terre (var. Mc Cormick). Chez les pommes de terre péruviennes un éclairage journalier de faible durée ne permet que la floraison de 2 variétés alors qu'un éclairage de longue durée provoque la floraison de 35 variétés sur 56.

Par des inoculations expérimentales réalisées sur *Nicotiana tabacum*, *Datura stramonium*, *Capsicum annuum*, *S. tuberosum*, l'A. a constaté que, sur 59 variétés, 11 seulement étaient saines. Chez les 48 malades, il a pu mettre en évidence la présence des virus X, B, C, F, G et peut-être de l'enroulement (correspondant respectivement aux virus de la pomme de terre 1, 4, 5, 8, 9 et 14 de K. M. Smith). Il semble qu'il existe, en outre, un virus complexe inconnu en Europe; on conçoit dès lors les précautions qu'il y a lieu d'apporter dans l'importation de pommes de terre d'origine sud-américaine et plus généralement d'origine étrangère. L. B.

Dykstra (T. P.). — **Étude des virus nuisibles aux variétés européennes et américaines de Pommes de terre.** (A study of viruses infecting european and american varietes of the potato *Solanum tuberosum*.) *Phytopathology*, vol. 28, p. 40-67, 1939.

L'étude des maladies à virus a été compliquée par les diverses réactions présentées par les différentes variétés de pomme de terre américaine et européenne à l'action des virus; aussi l'A. s'est-il proposé d'étudier comparativement l'action des principaux virus sur les Pommes de terre américaines et européennes, il a également déterminé les caractéristiques physiques et chimiques des virus.

Les maladies à virus appelées « crinkle, mild-mosaïc et crinkle mosaïc » sont similaires et elles peuvent être considérées comme voisines quoique non identiques; toutes les trois sont causées par la combinaison de deux virus. Le « crinkle » est occasionné par l'action des virus X et du virus A de Murphy.

Le « leaf-rolling-mosaïc virus » paraît être différent des virus connus chez les pommes de terre européennes. Murphy avait suggéré que cette maladie avait des affinités avec le « paracrinkle-virus ». L'A. a constaté que ces virus produisent des symptômes différents : le « leaf-rolling-mosaïc virus » produit chez beaucoup de variétés un léger enroulement des feuilles vers le bas et des taches diffuses sur le feuillage alors que le « paracrinkle » ne produit pas d'enroulement mais seulement de larges taches sur le feuillage.

L'absence ou la présence du virus X chez les pommes de terre var. President et Arran-Victory atteintes de « leaf-rolling-mosaïc » ne se traduit pas par des différences significatives; l'A. propose de désigner le virus produisant le leaf-rolling-mosaïc sous le nom de virus E.

Les symptômes produits par les virus Y, le « veinbanding virus » et le « stipple-streak virus » sont d'un type similaire; il n'a pas été trouvé d'interrelation entre le « veinbanding » et la mosaïque du concombre.

Différentes sortes de virus X ont été trouvées chez les variétés américaines et européennes; le virus D décrit par Bawden n'est qu'une forme aberrante du virus X. Le virus B qui est toujours en combinaison avec le virus X chez la variété Up to date produit seulement le « top necrosis » chez Arran-Victory.

Le virus C produit l'éclaircissement des veines du tabac; en combinaison avec le virus X, il provoque chez cette plante des taches nécrotiques semblables en tous points à celles que provoque la mosaïque rugueuse; il semble qu'il existe quelques relations entre les virus C et Y. L. B.

Milbrath (J. A.). — **Le virus du flétrissement apical de la Tomate.** (Tomato tip-blight virus.) *Phytopathology*, vol. 29, p. 156-168, 1939.

Cette grave maladie existe depuis plusieurs années dans le sud de l'Oregon; elle provoque le flétrissement et le noircissement de l'extrémité des rameaux de la Tomate; les feuilles se couvrent de larges taches noires et nécrotiques qui amènent le flétrissement de la feuille entière; la surface des jeunes fruits verts devient rugueuse et se creuse de poches nécrotiques internes. Les gros fruits verts montrent souvent des nécroses subépidermiques formées de bandes brunes concentriques.

Cette maladie est produite par un seul virus et non par l'association d'un virus indéterminé et de celui du *tomato-spotted-wilt* ainsi qu'on l'avait cru jusqu'ici. La maladie se transmet facilement par la greffe mais difficilement par un mode mécanique ou par injection. *Thrips tabaci* Lind. est le vecteur de cette affection : les symptômes apparaissent six à sept jours après la piqûre des *thrips* infectés; le virus ne semble pas être transmis

par la graine. Il est tué à une température de 40° à 41°5 C.; sa longévité *in vitro* ne dépasse pas une heure et il n'est pas transmissible à une dilution supérieure à 1/50.

Un certain nombre de plantes sont sensibles au virus : *Datura stramonium, Nicotiana tabacum, Petunia sp, Zinnia, Nicotiana glutinosa, Solanum tuberosum, Pisum sativum, Solanum capsicastrum, Tropoeolum,* etc. L. B.

Bawden (F. C.) and Sheffield (F. M. L.). — **Les inclusions intracellulaires chez quelques plantes atteintes de maladies à virus.** (The intracellular inclusions of some plant virus diseases.) *Ann. of Applied biology*, p. 102-115. Feb. 1939.

Certains virus provoquent dans les cellules de la plante-hôte des inclusions intracellulaires se présentant soit sous forme de corps amorphes seulement, soit sous forme de corpuscules et de cristaux; quelques virus n'occasionnent pas l'apparition de ces corps étrangers; ces différentes réactions de la plante sont utilisées pour la détermination des virus.

Les cellules de *Nicotiana glutinosa* contiennent un certain nombre de glomérules et de cristaux de tailles variées. Les cristaux sont probablement de l'oxalate de Calcium alors que les glomérules donnent les réactions caractéristiques des huiles et des protéïnes.

Les maladies suivantes « tobacco mosaïc, enation mosaïc et aucuba mosaïc » provoquent chez le tabac la formation de substances amorphes (corps X) et de cristaux aplatis. Les AA. suggèrent que les inclusions sont complexes et que leur formation ne dépend pas d'une quantité minimum de virus mais plutôt de la présence chez les plantes infectées de substances spéciales qui peuvent s'unir au virus et le rendre insoluble; ces substances spéciales ne seraient pas des constituants ordinaires de la cellule mais des productions anormales dont la présence se traduit par les symptômes externes. Les AA. n'ont pas observé d'inclusions intracellulaires chez les plantes infectées par le virus Y de la pomme de terre et par les virus 1, 3, 4, du concombre. L. B.

Hardy (J. Eliot). — *Plutella maculipennis* Curt. **sa lutte biologique en Angleterre.** (*Plutella maculipennis*, Curt., its natural and biological control in England.) *Bull. Entom. Research.* London, vol. 29, part. 4, p. 343-373. December 1938.

Après avoir donné une description sommaire des caractères morphologiques de la Teigne des Crucifères (*Plutella maculipennis* Curt.), l'A. précise la très vaste distribution géographique et la biologie de cette espèce.

Le papillon, de mœurs nocturnes, dépose ses œufs isolément ou par paquets de trois à six sur la face inférieure des feuilles des crucifères. La larve dévore le parenchyme foliaire en respectant les nervures et son développement qui dure 32 à 50 jours, passe par cinq stades. Le nombre de générations est généralement de deux, la dernière partielle seulement. L'hibernation se fait à l'état adulte.

De nombreux *parasites naturels* ont été observés. Les études ont porté sur deux espèces d'Ichneumonides du genre *Angitia* Grav., qui sont d'ailleurs non spécifiques, s'attaquant en particulier à d'autres Microlépidoptères tels que : Hyponomeute, Pyrale, Eudémis, Cochylis, etc.

Les facteurs limitant la vie des adultes, la ponte et le développement des œufs, le nombre de larves et de pupes de ces parasites sont l'objet de recherches très complètes. Les températures critiques sont définies : T. sup : 20°; T. optima : environ 20°; T. inférieure : 10°; leur représentation graphique aux différents stades est très explicite.

L'ensemble des données concernant l'influence de la température semble bien montrer que *P. maculipennis* et ses parasites sont d'origine méditerranéenne. E. A. C.

Wiesmann (R.). — **L'orientation de la Mouche des Cerises au moment de la ponte.** (Die Orientierung der Kirschfliege, *Rhagoletis cerasi* bei der Eiablage.) *Landwirtschaftlichen Jahrbuch der Schweiz*, 1937, Bern.

Cherchant une solution au problème de la lutte contre la Mouche des Cerises au moyen d'appâts, l'A. étudie les tropismes de la femelle au moment de la ponte.

Si c'est grâce au sens chimiotactique dont les tarses sont doués qu'elle trouve sa

nourriture sur les feuilles, c'est uniquement par la vision qu'elle découvre les cerises. En offrant de nombreux fruits de la taille d'une cerise (groseille, aucubes, skimmia, petites prunes et pommes) l'A. constate que le nombre d'œufs déposés dépend de la consistance de la chair (les larves ne se développent toutefois que dans les cerises et les lonicères). Il examine ensuite ce qui déclenche le réflexe de ponte, et en infère que c'est la surface lisse du fruit ; des boulettes de diamètre compris entre 4 et 24 mm. sont attaquées par les femelles. L'A. conclut en distinguant deux actions combinées dans la recherche des cerises au moment de la ponte : « une orientation phototélotactique dans le vol vers la cerise et une orientation tigmotactique et kinaesthétique provoquant sur le fruit le réflexe de ponte. Les excitations olfactives et chémotactiques n'existent aucunement dans ce cas ».

Ce travail montre la complexité des recherches sur les tropismes des insectes ; des espèces voisines peuvent avoir des tropismes différents. Il explique aussi les échecs que l'on constate parfois dans la pratique et qu'une étude détaillée de la physiologie des sens permettrait d'éviter. P. N.

Picado (C.). — **Variation des Mouches du genre *Sarcophaga* issues de larves nourries sur diverses glandes endocrines.** *Bull. Biol. Belg.*, p. 248, 1939.

L'A. a élevé des larves jumelles de *Sarcophaga* sur diverses glandes endocrines (thymus, testicule, hypophyse, thyroïde).

Les adultes qui en proviennent présentent des différences de taille atteignant parfois 30 p. 100, et des dysharmonies anatomiques souvent très grandes, mais du même ordre que celles que l'on note dans la nature. L'A. indique également que les besoins alimentaires varient avec le sexe.

Ces variations des *Sarcophaga* contrastent, poursuit-il, avec l'uniformité de certaines mouches des fruits (par exemple *Anastrapha striata*) élevées dans des milieux extrêmement différents. Il y a donc un « seuil de sensibilité » propre à chaque espèce, comme chez les Vertébrés supérieurs. P. N.

Melis (A.). — **Contribution à l'étude de la Cécidomyie des feuilles du Poirier.** (Contributo alla conoscienza della Cecidomia delle foglie del pero, *Perrisia pyri* Bouché.) *Redia*, p. 219, 1938.

La Cécidomyie apparaît fin mars — 20 avril en Toscane — et présente six générations annuelles, qui se chevauchent. Les œufs, pondus dans le sillon de jeunes feuilles enroulées, éclosent après 3-4 jours. Les larves, au deuxième stade, se laissent tomber à terre, après 10-12 jours. Elles s'enfoncent à 5-10 cm., et muent en larves du troisième stade. Ces dernières tissent un cocon à l'intérieur des débris de leur dépouille larvaire. La nymphose a lieu à l'intérieur de l'exuvie du troisième âge. La nymphe est donc entourée de trois enveloppes protectrices. L'humidité du sol au moment du troisième stade larvaire joue un rôle considérable sur la durée du stade nymphal : une forte humidité la diminue, et la sécheresse d'été provoque une diapause. La durée minima du cycle est de 25-28 jours. L'A. souligne la grande variabilité du cycle biologique de cette cécidomyie avec le climat. La meilleure méthode de traitement combine le ramassage des feuilles atteintes avec une façon superficielle qui amène les cocons au soleil. En hiver, il recommande de faire une telle façon avant les traitements insecticides. P. N.

Evans (A. C.). — **L'utilisation de la nourriture par la larve du *Bombyx bucephale*.** (The Utilisation of Food by the larvae of the Buff-Tip, *Phalera bucephala* L.) *Proc. R. Ent. S. London*, vol. 14, mars 1939.

Les recherches poursuivies dans le domaine de l'Entomologie Appliquée attachent de plus en plus d'importance à la connaissance de la valeur alimentaire des plantes pour les insectes, et à l'influence de la qualité de l'alimentation sur leur comportement.

L'intéressant travail de A. C. Evans se rattache à cette tendance et apporte une contribution à des points peu connus.

L'A. décrit une méthode pour déterminer le poids d'excreta provenant d'un poids de nourriture connue, en l'occurrence des feuilles de noisetier. Les analyses le conduisent à admettre que 80 p. 100 des sucres solubles, 60 p. 100 des protéïnes et matières grasses, 35 p. 100 des matières minérales sont assimilés, et que les polysaccharides ne sont pas utilisés L'excrétion azotée est faite sous forme d'ammoniaque et d'acide urique. Selon lui, il n'est pas nécessaire que les cellules végétales soient broyées par l'insecte pour que les principes nutritifs qu'elles renferment soient assimilés. P. N.

SMITH (P. F.). — **Une méthode de lutte contre les Acariens.** (Control of Cyclamen and broad mites on gerbers.) *U. S. Dept. Agr.*, Washington, *circul. 516*. Febr. 1939.

Un acarien, le *Tarsonemus pallidus* Banks est extrêmement nuisible au *Gerbera jamesoni* Bol. cultivé en serre. En prenant des précautions, on est arrivé à en débarrasser des serres contenant jusqu'à 60.000 plants : les couches de fumier étant formées, on les désinfecte à la vapeur d'eau ; les allées reçoivent une quantité importante de naphtaline. Les serres sont alors fermées pendant une semaine. Les boutures de *Gerbera* contaminé sont immergées dans l'eau à 67° par une équipe, et enlevées après vingt minutes par une autre équipe, de façon qu'il n'y ait pas de contamination par les mains ou les vêtements. Le sol de la salle d'immersion est soigneusement désinfecté.

Si on ne veut pas procéder à cette éradication on peut employer le traitement au soufre colloïdal à raison de 25 p. 100 dans une poudre inerte. Le résultat est remarquable quand la poudre a pu rester 4-5 jours sur les plantes. P. N.

DAHMS (R. G.) and FENTON (F. A.). — **Croisement et sélection en vue de la résistance aux insectes.** (Plant breeding and selecting for insect resistance.) *Journal of Economic Entomology*, vol. 32, p. 131. Febr. 1939.

L'obtention de variétés de plantes cultivées peu sujettes aux maladies présente un intérêt économique considérable, et a depuis longtemps saisi l'attention des pathologistes et des généticiens. Dans le même ordre d'idées actuellement, on recherche des variétés résistant aux insectes. Ce problème a déjà reçu une solution lors de la reconstitution du vignoble européen par les vignes américaines que délaisse le Phylloxera. Mais cet illustre exemple n'a pas été suivi. Depuis quelques années cependant, aux U. S A., on a sélectionné des blés très peu sensibles à la Mouche de Hesse, et des variétés potagères ou fourragères résistant bien à certains Pucerons, et même aux Nématodes (cf. DUFRENOY, *R. Zool. Agr.* 1934).

La plante résistante est peu endommagée par la même pullulation d'insectes qui détruit la plante non résistante ; en pratique, selon les AA, il ne peut s'agir que d'un caractère relatif, non d'un caractère de résistance absolue.

Il convient de distinguer ce type de résistance du cas où des circonstances culturales mettent les plantes à l'abri des insectes ; il suffit, par exemple, que les insectes apparaissent plus tôt pour que la pseudo-résistance des récoltes précoces disparaissent.

La résistance aux insectes est transmissible héréditairement, ce qui en fait l'intérêt. Elle est conditionnée, semble-t-il, par plusieurs facteurs génétiques.

Les recherches sont basées, en premier lieu, sur la connaissance des modifications dans la biologie de l'insecte que peut entraîner son élevage sur telle ou telle variété. En second lieu, sur la détermination de la valeur agronomique de la variété la plus résistante Et enfin, sur l'amélioration, par la sélection, de la variété choisie. Une fois que l'on a génétiquement fixé la variété résistante, il faut l'étudier dans des centres régionaux avant de la livrer aux cultivateurs. La réalisation d'un tel programme peut nécessiter une dizaine d'années d'études.

Afin d'isoler des formes intéressantes, il faut essayer un très grand nombre de variétés, de races locales, même possédant des qualités agronomiques inférieures. Il ne faut pas chercher un effet global sur les cultures, mais considérer chaque plante isolément : ainsi PAINTER et GRANFIELD ont découvert, en 1934, parmi d'immenses cultures de la même variété de pois ravagées par un puceron, quelques pieds indemnes qui ont servi à former une souche résistante. Le nombre sans cesse croissant de travaux publiés sur la résis-

tance des plantes aux insectes montre l'intérêt que l'on attache à l'heure actuelle à ce sujet. P. N.

L'importance des colonies de Freux en 1936 aux Pays-Bas. (De sterkte der roekenkolonies in 1936.) *Ardea*, 26e année, fascicule 3-4, 1937.

En 1936, une seconde enquête a été faite sur le nombre des corbeautières et l'importance de leur population, ce qui a permis de comparer les chiffres obtenus avec ceux précisés en 1924.

La répartition des corbeautières n'a pas subi de grandes modifications. Par contre, le nombre des nids de Freux a augmenté : de 1924 à 1936, il est passé de 30.000 à 38.000, soit une augmentation de plus de 25 p. 100.

Cinq des colonies de Freux ont plus de 1.000 nids; deux atteignent ou dépassent 2.000. A. C.

Berndt (R.). — **L'Étourneau a-t-il une deuxième ponte ?** (Untersuchungen über die zweite Brut beim Star im Braunschweiger Hügelland.) *Vogelzug*, X, 1939, Heft I.; *Creutz Gerhard. Biologische Beringsergebnisse bei Staren-Mitt. Ver. sächs. Ornith.*, VI, I, Heft. April 1939.

Il ne faut pas confondre ponte tardive avec une « deuxième ponte ». Quelques observations précises de deuxième ponte ont été obtenues grâce aux nichoirs et au baguage. Près de Dresde, à Creutz : six cas ont été observés, l'un d'entre eux concernant une femelle dans sa première année.

De 1926 à 1935, Berndt a observé 127 premières pontes et 12 deuxièmes, dont 2 seulement de celles-ci sont certaines, ayant été obtenues par baguage. Il conclut que la deuxième ponte serait normale dans la région où les conditions géographiques et climatiques sont telles que la première ponte se fait en général de bonne heure : il ne faut pas généraliser car il y a aussi une grande influence des mauvaises années, pendant lesquelles l'insuffisance de nourriture joue. A. C.

Errington (Paul L.). — **Le Rat musqué peut se noyer.** (Drowning as a cause of mortality in Muskrats.) *Journal of Mammalogy*, vol. 18, n° 4, nov. 1937.

Les Rats Musqués peuvent se noyer en temps d'inondation. L'A. cite deux exemples de noyade sur un lac, l'un par pluie battante, l'autre par la tempête s'accompagnant de vagues.

Une élévation du niveau de l'eau est néfaste aux jeunes portées : de plus, les jeunes de moins de cinq jours et tétant leur mère ne sont pas assez fortement attachés aux mamelles pour résister à des déplacements rapides de leur mère; ils sont entraînés par l'eau si leur mère est amenée à plonger brusquement. A. C.

Marshall (William). — **La proportion des sexes chez les Rats musqués de l'Utah. Époque de la reproduction.** (Muskrat sex-ratios in Utah.) *Journal of Mammalogy*, vol. 18, n° 4, novembre 1937.

A l'occasion de piégeages faits dans une Réserve à Oiseaux aquatiques où les Rats Musqués commettaient des dégâts, on a relevé la répartition suivante des sexes entre les rats capturés :

Total des captures : 1.556, dont 807 mâles et 749 femelles. En automne et en hiver : 48 p. 100 de mâles et 52 p. 100 de femelles. Au printemps, le pourcentage des mâles s'élève à 60,5 p. 100 et celui des femelles s'abaisse à 39,5 p. 100.

Le piégeur constate que les premières nuits où les pièges sont tendus donnent, en général, plus de mâles que de femelles. Pour atteindre celles-ci, il faut faire un piégeage prolongé au même endroit.

Après le 15 octobre, on n'a plus trouvé de femelles pleines. Le nombre des jeunes constaté à l'autopsie a été deux fois 5, une fois 6, trois fois 8. A. C.

TRACY I. STORER. — **Le Rat musqué autochtone et introduit.** (The Muskrat as native and alien.) *Journal of Mammalogy*, vol. 18, n° 4, novembre 1937.

Résumé de l'introduction et de l'extension du Rat Musqué en Europe. Aux États-Unis, où l'espèce est indigène, des fermes à fourrure ont, depuis 1920, contribué à l'implantation du Rat Musqué dans des parties du pays où il n'existait pas à l'état sauvage, notamment en Californie. Il en est résulté des dégâts, et des mesures ont été édictées pour interdire l'élevage dans certaines zones. A. C.

ERRINGTON (Paul L.). — **Dégâts causés dans les récoltes par le Rat musqué, en Iowa du Centre.** (Observations on muskrat damage to corn and other crops in Central Iowa.) *Journal of Agricultural Research*, vol. 57, n° 6, p. 415-421, 15 septembre 1938.

Recherches faites de 1934 à 1937-1938. Les dégâts sont limités presque complètement aux champs qui bordent les cours d'eau habités par les Rats Musqués.

Importance du dommage : sur 26 champs s'étendant sur près de 18 kilomètres de berges, occupées par les Rats Musqués, 4 seulement ont montré une attaque sensible. Dans les 22 autres, aucune trace de dégât, et les pertes sont vraiment infimes. A. C.

DÉFENSE DES CULTURES.

WOKE (P. A.). — **Le comportement de la roténone, après son ingestion par *Prodenia eridania*.** (The biological disposition of rotenone after ingestion by the Southern armysworm.) *J. of Agric. Res.*, t. 57, n° 9, p. 707-712, 1938.

On fait absorber de la roténone à des larves de *P. eridania*; on la leur présente sous forme de sandwichs. Au bout d'un temps déterminé, les tissus de l'insecte sont extraits par l'acétone, ainsi que le contenu du tube digestif et les fèces. La toxicité de l'extrait est essayée sur des larves de Moustiques, et sa composition chimique est analysée.

Les résultats obtenus sont les suivants : quand une larve a ingéré 5 mg. de roténone pure, cette quantité se retrouve presque intégralement dans les fèces. D'autre part, si l'on broie finement de la roténone avec les tissus de la larve ou avec le contenu de son tube digestif, et qu'on maintienne le tout à l'obscurité à 29° pendant dix-huit heures, la toxicité de la roténone n'est pas altérée de façon visible. M. RAU.

ROARK (R. C.). — **Références de revues et d'articles de vulgarisation relatifs au derris.** (References to reviews and popular articles on derris.) *U. S. Dep. of Agric., Bureau of Entomology*, Bull. E. 457, 28 p., 1938.

Ces références bibliographiques citent tous les articles de vulgarisation, articles d'encyclopédies ou de manuels, conférences, causeries radiophoniques, rapports de recherches, rapports consulaires, notes diverses, se rapportant au derris. La plus ancienne référence est datée de 1887. M. RAU.

STEINER (L. F.), SAZANA (R. F.), FAKEY (J. E.) et RUSK (H. W.). — **L'emploi contre le Carpocapse de bouillies à la nicotine et à la bentonite mélangées mécaniquement.** (Tank-mix nicotine-bentonite for control of the codling-moth.) *U. S. Dep. of Agric., Bureau of Entomology*, Bull. E. 428, 4 p., 1938.

On propose aux producteurs de fruits d'appliquer à titre d'essai, contre le Carpocapse, une bouillie comprenant, pour 100 litres d'eau, 4 grammes de lauryl-sulfate de soude; 0 l. 16 de sulfate de nicotine à 40 p. 100; 600 grammes de bentonite; 0 l. 25 d'huile de soja brute. La bouillie est homogénéisée dans la cuve du pulvérisateur au moyen d'une agitation appropriée.

Ce liquide doit être pulvérisé tous les sept ou dix jours sur les pommiers en état de végétation, ce qui représente neuf traitements. Pour les sixième, septième et huitième applications, on réduit la dose de sulfate de nicotine à 0 l. 10. Le dernier traitement, fait au début de septembre, comprend en outre 1 p. 100 d'huile de pétrole d'été. Ce programme est plus coûteux que l'emploi de l'arséniate de plomb. Dans certains cas, il faudra essuyer les pommes, ou les laver dans une solution contenant 5 p. 100 de silicate de soude et 0,5 p. 100 d'huile minérale. M. Rau.

Rothes (G.) et Hauermann (H.). — **Recherches sur la possibilité de nourrir les poules, les porcs et les chevaux avec des céréales (orge et seigle) traitées au « *Ceresan* ».** (Versuche über Verfutterungsmöglichkeit von mit « Ceresan » gegeizten Getreide (Gerste und Hafer) bei Hühnern, Schweinen und Pferden.) *Nachr. über Schädl.*, t. 14, n° 1, p. 47-51, 1939.

Des poules, des porcs et une jument ont été alimentés avec de l'orge et de l'avoine ayant reçu un traitement au « Ceresan ». Ce produit contient 2 p. 100 d'un composé organo-mercurique. Les poules ont reçu, en six semaines, 528 grammes d'orge traité. Chaque porc a consommé, dans la même période environ 10 kilogrammes de grains traités. La jument a eu un régime analogue. Tous ces animaux sont restés normaux ; on a seulement noté, chez les poules, une augmentation de la consommation d'eau.
M. Rau.

Hey (G. L.). — **Deux nouvelles bouillies pour le traitement d'hiver des arbres fruitiers.** (Two new winter washes for fruit trees.) *J. of the Min. of Agric.*, t. 45, n° 9, p. 932-940, 1938.

Les deux nouveaux produits essayés en traitement d'hiver sont le β butoxy-β¹ sulfocyanure de diéthyle, et le 3.5 dinitro-orthocrésol. On les emploie en général dans une émulsion d'huile de pétrole à 5 p. 100. Le sulfocyanure, à 0,125 p. 100 de l'émulsion, appliqué en hiver ou au départ de la végétation, cause une bonne destruction des Aphides, Capsides, Puceron Lanigère, et une diminution du nombre des diverses Chenilles. L'application doit être faite avant le stade de bouton rose. Cette formule est inférieure à une huile de goudron contre les Pucerons ; elle lui est supérieure contre le Puceron Lanigère. Le sulfocyanure employé seul est actif contre les Pucerons, presque inefficace contre les autres insectes. L'huile de pétrole seule est beaucoup moins efficace que le mélange indiqué.

Le crésol s'emploie à 0,35 p. 100 dans l'émulsion d'huile de pétrole. Contre les Pucerons, il est équivalent à l'huile de goudron et un peu supérieur au sulfocyanure + huile. Le mélange est supérieur à l'huile seule contre les Chenilles ; il est plutôt inférieur au sulfocyanure + huile contre les Capsides. M. Rau.

TABLES DES MATIÈRES.

Pages.

MÉMOIRES ORIGINAUX.

Arnaud (G.). — La résistance des Ormes à la maladie (*Graphium ulmi*)..... 41
Balachowsky (A.) et Viennot-Bourgin (G.). — Cinq années de recherches sur le Carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.) en France..... 123
Bergal (P.). — Contribution à l'étude des lodicules de l'Orge (*H. sativum Jess*)..... 555
Bonnemaison (L.). — La maladie bronzée de la tomate..... 267
Branas (J.), Bernon (G.) et Levadoux (L.). — Les porte-greffes en viticulture..... 461
Chaboussou (F.). — Contribution à l'étude biologique de *Lebia grandis* Hentz, prédateur américain du Doryphore..... 387
Ducomet (V.) et Foex (Et.). — Les attaques de *Phytophthora infestans* de Bary pendant la période 1936-1937..... 17
Feytaud (J.). — Notes sur le ver des pommes et des poires dans le Sud-Ouest..... 213
François (L.). — Semences et premières phases du développement des plantes se rencontrant à peu près partout dans les céréales..... 537
Geslin (H.). — La lutte contre les gelées et les seuils de résistance des principales cultures fruitières..... 7
Joessel (P.-H.). — Le carpocapse dans la région d'Avignon de 1933 à 1937..... 219
Limasset (P.). — Recherches sur la biologie du *Phytophthora infestans* de Bary..... 21
Moreau (L.) et Vinet (E.). — Le carpocapse dans la vallée de la Loire..... 177
Paillot (A.). — Le Carpocapse dans les principales régions fruitières de France (Introduction)..... 105
Paillot (A.). — Le Carpocapse dans la région lyonnaise et les régions limitrophes..... 199
Paillot (A.). — Conclusions générales sur la biologie du carpocapse en France et sur les traitements insecticides et fongicides des pommiers et des poiriers..... 249
Paillot (A.). — Contribution à l'étude cytologique et histophysiologique du Bombyx du mûrier..... 339
Percher (G.). — Essais sur quelques mouillants agricoles..... 565
Regnier (R.). — Le Carpocapse en Normandie..... 109
Regnier (R.). — Contribution à l'étude des hannetons. — Un grand ennemi des Gazons : *Amphimallon majalis* Raz..... 257
Selaries (P.). — Le Carpocapse en Alsace..... 173

Siloret (G.). — Observations sur les manifestations extérieures du Coryneum du pêcher 577
Soulie (H.). — Le Carpocapse dans la région du Centre, de 1936 à 1938..... 183
Suire (J.). — Contribution à l'étude de quelques coléophores parasites des arbres fruitiers 369
Trouvelot, Raucourt et Bégué. — Essai d'efficacité des produits antidoryphoriques.... 51
Vincent, Boischot et Herviaux. — Le Carpocapse dans le Finistère, de 1936 à 1938. 169

TABLE PAR NOMS D'AUTEUR.

(*Les noms composés en caractères gras rappellent les mémoires originaux.*)

	Pages.
Abakian	585
Albert (A. R.)	590
Arnaud (G.)	**41**
Ashworth (D.)	593
Atkinson (J. D.)	591
Balachowsky (A.)	**123**
Bawden	442
Bawden (F. C.)	595
Bégué (H.)	**51**
Bergal (P.)	**555**
Berdnt (R.)	598
Bernon (G.)	**461**
Bertram (L.)	440
Boischot	**169**
Bonnemaison (L.)	**267**
Borden (A. D.)	456
Bordukova (M^me^)	588
Branas (G.)	**461**
Brown (J. G.)	443
Bugini (F.)	87
Burke (O. D.)	441
Butler (K. B.)	443
Carn (K. G.)	458
Cashmore (A. B.)	458
Cavadas (D. S.)	446
Coffman (F. A.)	85, 435
Chaboussou (F.)	**387**
Chevalier (G.)	458
Chitty (Helen)	453
Chopard (L.)	451
Clarke (C. F.)	440
Clayton (E.)	441
Colhoun (J.)	587
Crane (M. B.)	437
Dahms (R. G.)	597
Das (K.)	458
Davies (M. W.)	593
Decoux	445
Delafosse (W.)	454
Della Beffa (G.)	449
Dennis Chitty	452
Dennis (R. W. G.)	593
Denny (F. E.)	89
Deckey (R. D.)	443
Donald (Mac J. A.)	443
Doran (L. W.)	96
Doran (W. L.)	96
Dowson (W. J.)	592
Ducomet (V.)	**17**
Dykstra (T. P.)	594
Erlanson (E. C.)	457
Erna Mohr	452
Errington (Paul L.)	598, 599
Evans (A. C.)	596
Fakey (J. E.)	599
Fenton (F. A.)	597
Feytaud (J.)	**213**
Fisher	446
Foex (Ét.)	**17**
Ford (John)	453
Fowler (E. D.)	457
Fowler (E. M.)	592
François (L.)	**538**
Frase (Richard)	454
Fromme (F. D.)	93
Gaines (J. C.)	441
Geslin (H.)	**7**

Giavarni (Dr Ida) 449
Grace (N. H.) 455
Gretschushnikoff (A. I.) 589
Guillaume (Albert) 100

Haeringen (Van) 590
Hardy (J. E.) 595
Harlan (H. V.) 435
Hauermann (H.) 600
Haug (G. W.) 458
Havis (L.) 588
Henderson Smith (J.) 97
Herviaux (J.) **160**
Hey (G. L.) 600
Hirt (R. R.) 96
Holmes (F. O.) 91
Horne (A. S.) 587
Horsfall (James G.) 590

Jarwood (C. E.) 589
Joessel (P.-H.) **219**
Johnson (James) 441
Johnsson (H.) 586

Kausche (G. A.) 93
Kay (Mac R.) 93
Keit (G. W.) 456, 457
Kinney (Mac H. H.) 442
Kling (E.) 89
Koning (H. C.) 95
Kreutz (H.) 436
Kunkel (L. O.) 94

Laffond (P.) 458
Larson (R. H.) 590
Leibe (E.) 94
Lepesme (P.) 449
Levaditi (C.) 444
Levadoux (L.) **461**
Levine (M. N.) 85
Lewis (D.) 437
Limasset (P.) **21**
Lindegg (G.) 95
Little (V. A.) 457
Livingston (R. J.) 439
Lowmann (M. S.) 457
Lunn (W. M.) 441
Lutman (B. F.) 439

Marshall (W.) 598
Martin (L. F.) 442
Martini (M. L.) 435
Melis (A.) 596
Milbrath (J. A.) 594
Middleton (A. D.) 453
Mills (W. R.) 589
Mittmann (G.) 94
Moore (W. C.) 592
Moreau (L.) **177**
Moshkow (B. S.) 591
Muskett (A. E.) 587

Nolla (J. A. B.) 92

Ogilvie (L.) 592
Oladaker (C. E. W.) 438
Ovoracov 89

Paillot (A.) ... **105, 199, 249, 339**
Palmiter (D. H.) 456, 457
Pammer (F.) 436
Parker (E. R.) 457
Peterson (A.) 458
Percher (G.) **565**
Picado (C.) 596
Pirie 442
Putzig (P.) 455

Quayle (H. J.) 450

Raucourt (M.) **51**
Reed (G. M.) 86
Regnier (R.) **109, 257**
Reuther (W.) 443
Rivera 589
Roark (R. C.) 599
Roemer (Th.) 88
Roland (G.) 438, 445
Rothes (G.) 600
Rusk (H W.) 599
Russell (G. A.) 457
Russel (J. R.) 443

Salaman (R. N.) 87
Sanford (G. B.) 89
Sazana (R. F.) 599
Schall (L. A.) 440
Scheibe (A.) 437
Schelhorn (M. V.) 436
Schmidt (Alice) 439
Schneiderhan (F. J.) 93
Schoffer (W. H.) 97
Selaries (P.) **173**
Senn (A.) 587
Servazzi (O.) 96
Smith (P. F.) 597

Sheffield (F. M. L.)..... 595
Siloret (G.)..... **577**
Shaw (K. J.)..... 441
Sievers (A. F.)..... 457
Singh (B. N.)..... 458
Small (T.)..... 89
Smith (P. F.)..... 597
Smith (T. E.)..... 441
Smith (D. C.)..... 95
Soulié (H.)..... **183**
Staehelin..... 591
Stanton (T. R.)..... 435, 86
Steiner (L. F.)..... 599
Stevenson (F. J.)..... 440
Suire (J.)..... **309**
Sukhorukoff (I.)..... 89
Sy (M.)..... 98

Thomson (J. R.)..... 87, 586
Tracy I Storer..... 599
Trouvelot (B.)..... **51**
Turner (N.)..... 455
Tydeman (H. M.)..... 88

Viennot-Bourgin (G.)..... **123**
Vincent..... **169**
Vinet (E.)..... **177**

Walker (J. C.)..... 590
Watson (M. A.)..... 90
Wiesmann (R.)..... 595
Winfield Ray (W.)..... 443
Woke (P. A.)..... 599
Wormald (H.)..... 445

Yates..... 446

Zeiher (E.)..... 436

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES.

Adhésifs, 240.
Adhésivité, 572.
Agathis tibialis Ness, 333.
Ail, 546.
Alcool terpénique, 241.
Amaryllidacées, 286.
Amphimallon majalis R, 257.
—— dégâts, 260.
—— parasites, 264.
—— prédateurs, 264.
—— moyens de lutte, 265.
Arbres fruitiers, 307, 309.
—— parasites, 309, 332.
—— moyens de lutte, 335.
Aracées, 286.
Arnaud (G.), 41.
Arséniates, 229.
—— (produits de substitution), 234.

Balachowsky (A), 123.
Bégoniacées, 285.
Bégué (H.), 51.
Bergal (P.), 555.
Bernon (P.), 461.
Bile, 241.
Boischot, 169.
Bombyx (du mûrier), 339.
Bonnemaison (L.), 267.
Borraginées, 538.
Bracon osculator Nees, 333.
Branas (J.), 461.
Brome faux-seigle, 551.
Bulletin d'essai, 83.

Campanulacées, 285.
Carpocapse, 105.
—— en Alsace, 173.
—— en Avignon, 219.
—— avertissements, 193.
—— biologie, 131, 183, 220, 249.
—— dans le Centre, 183.
—— cycle évolutif, 131, 186, 199.
—— élevages, 113, 173.
—— dans le Finistère, 169.
—— en France, 123.
—— dans la Loire, 199.
—— dans région de Lyon, 199.
—— méthodes de lutte, 152, 158.
—— en Normandie, 109.
—— dans le Sud-Ouest, 213.
—— traitements (contre), 119, 179, 203, 253, 255.
—— parasites du, 208.
Cellules pericardiales, 372.

Cellules sanguines, 381.
Chaboussou (F.), 387.
Chénopode blanc, 542.
—— hybride, 544.
Coleophora nigricella Stph., 311.
—— *anatipennella* Hb., 320.
—— *Fuscedinella* Z., 322.
—— *Badiipennella* Dup., 329.
—— *Betulella* H. W., 327.
—— *Currucipennellia* Z., 325.
—— *Flavipennella* Dup., 330.
—— *Palliatella* Zk., 328.
—— *Paripennella* Z., 326.
Coléophores, 309.
Composées, 285.
Convolvulacées, 286, 537.
Copidosoma coleophorae Mayr., 332.
Coryneum, 577.
—— dégâts, 577.
Crucifères, 285.
Cultures fruitières, 7.
—— pommiers, 12.
—— poiriers, 12, 448.

Dahlia, 293.
Datura, 297.
Dicotylédones, 285.
Doryphore, 388.
Ducomet (V.), 17.
Dufrenoy (J.), 291.

Ensachage, 161, 169, 180, 255.
Épiderme, 341.
Essai produits, 51.
—— biologique, 64.
—— d'efficacité, 56.

Feytaud (J.), 213.
Fiche climatique, 68.
—— de comptage, 70.
—— de traitement, 69.
Fixations de Duboscq-Brasil, 291.
—— de Meves, 291.
—— de Regaud, 291.
Foex (Ét.), 17.
Folle avoine, 552.
François (L.), 537.
Fruits (voir : Cultures fruitières).

Gazons, 257.
—— ennemis, 257.
Gelées, 7.
—— lutte (contre), 7.
Geslin (H.), 7.
Gesnériacées, 285.
Glandes hypostomatiques, 354.
—— exuviales, 358.
—— sériciginènes, 351.
Graminées, 550.
Graphium ulmi, 41.
Grémil, 541.

Habrocytes fasciatus Thoms, 332.
Hannetons, 257.
Hemiteles areator Panz, 334.
Herviaux, 169.
Hoplocampe, 117.

Infections expérimentales, 300.
—— par mode mécanique, 300.
—— par *Thrips Tabaci*, 301.
Inoculation, 24.
Insertions musculaires, 351.
Ivraie, 551.

Joessel (P. H.), 217.

Laitue, 277.
Lebia grandis Hentz, 387.
—— acclimatation, 428.
—— biologie, 393.
—— cycle évolutif, 406.
—— élevage, 420.
—— morphologie, 388.
—— reproduction, 398.
Légumineuses, 285.
Levadoux (L.), 461.
Liliacées, 546.
Limasset (P.), 21.
Linneria geniculata Grav., 334.
Lodicules, 555.
—— coloration, 560.
—— dimensions, 558.
—— forme, 560.
—— pilosité, 560.

Malvacées, 286.
Marchal (P.), 365.
Mélampyre, 542.
Mildiou, 17, 21, 51.
—— germination, 22.
—— hibernation, 22.
—— invasion, 22.

Microdus lugubrator Ratz, 333.
Monocotylédones, 286.
Moreau (L.), 177.
Mouillabilité, 567.
Mouillants, 565.
Muscari à toupet, 546.

Nicotiana glutinosa, 297.

Oenocytes, 354.
Omorgus lorealis Zett, 332.
Orge, 555.
—— détermination, 563.
Ormes, 41.

Paillot (A.), 105, 199, 249, 339.
Papavéracées, 285.
Pêcher, 577.
Percher (G.), 565.
Pétunia, 297.
Pezomachus nigritus Forst, 334.
Physalis, 297.
Phytophthora infestans cf. mildiou.
Piégeage, 169, 206.
Pièges, 174.
—— (bandes), 256.
Plantaginacées, 286.
Plantes-hôtes, 285, 304.
Poiriers, 448.
Polygonées, 544.
Pomme de terre, 17, 21, 297.
Porte-greffes, 461.
Porte-greffes, chlorose, 466.
—— court-noué (et), 468.
—— expérimentation, 517.
—— greffon, 481.
—— humidité, 468.
—— phylloxéra, 465.
—— production, 509.
—— rôle cultural, 499.
—— salant, 467.
—— sécheresse, 467.
Pourridié, 46.
Primulacées, 286.
Produit étalon, 75.

Raucourt (M.), 51.
Ray-grass anglais, 550.
Rhizotrogus, 257.
Régnier (R.), 109, 257.
Reine-Marguerite, 295.
Renonculacées, 286.
Renouée liseron, 546.
Salsolacées, 542.
Savon blanc, 569.
—— noir, 569, 574.

Scolytes, 47.
Scrofularinées, 285, 542.
Sélariès (P.), 173.
Siloret (G.), 577.
Soulié (H.), 183.
Spotted-Wilt, 268.
Solanées, 285.

Tabac, 293, 297.
Tavelure, 253, 448.
Thrips tabaci Ling, 271.
—— biologie, 281.
—— destruction, 303.
—— ennemis, 283.
—— imago, 271.
—— morphologie, 271.
—— prépupe, 273.
—— pupe, 273.
Tissu adipeux, 365.
—— intestinal, 375.
Tomate, 267, 296.
—— maladie bronzée, 267.
Trachée, 347.
Tropæolacées, 285.
Trouvelot (B.), 51.

Vigne, 465.
Viennot-Bourgin, 123.
Vincent, 169.
Vinet, 177.
Vipérine, 540.
Viticulture, 461.

Zinnia, 296.

TABLE MÉTHODIQUE.

PHYTOGÉNÉTIQUE.

Céréales.

Coffman (F. A.). — L'hybridation interspécifique, méthode probablement efficace pour l'obtention d'avoines d'hiver plus résistantes au froid..... 85
Coffman (F. A.) et Stanton (T. R.). — Variabilité de la germination chez l'avoine..... 435
Harlan (H. V.) et Martini (M. L.). — L'action de la sélection naturelle dans un mélange de variétés d'orge..... 435
Levine (M. N.) et Smith (D. C.). — Réactions comparées des variétés d'avoine, au stade plantule et au stade plante-adulte à des races physiologiques de *Puccinia graminis avenae*. — Répartition de ces races aux États-Unis..... 85
Reed (G. M.) et Stanton (T. R.). — Génétique de la résistance aux charbons nus et couverts chez les hybrides d'avoine..... 86
Reed (G. M.) et Stanton (T. R.). — Génétique de la résistance aux charbons nus et aux charbons couverts chez les hybrides avec l'avoine Markton..... 86

Cultures industrielles et fourragères.

Salaman (R. N.). — Création de variétés de pomme de terre : un nouveau départ..... 87
Scheibe (A.). — Essais de culture et de sélection du Carthame (*Carthamus tinctorius* L.). 437
Johnsson (H.). — Recherches sur les époques des coupes de luzerne..... 586
Kreutz (H.) et Schelhorn (M. V.). — Recherches sur l'amélioration des légumineuses d'hiver annuelles..... 436
Pammer (F.). — Résultats de semis échelonnés de plantes de culture dérobée..... 436
Senn (A.). — Relations entre les nombres chromosomiques des légumineuses..... 587
Thomson (J. R.). — Inter- et autofertilité chez le sainfoin..... 87
Thomson (J. R.). — Développement du sainfoin l'année du semis..... 586
Zeiher (E.). — Recherches sur les possibilités de différencier les fruits de *Phleum pratense* L. et de *Phleum nodosum* L..... 436

Arbres fruitiers.

Bugini (F.). — Parthénocarpie et apogamie chez les arbres fruitiers..... 87
Havis (L.). — Répartition des racines du pêcher..... 588
Muskett (A. E.), Horne (A. S.), Colhoun (J.). — Action de la fumure sur les fruits du pommier..... 587
Lewis (D.) et Crane (M. B.). — Études génétiques chez le pommier. II..... 437
Tydeman (H. M.). — Les arbres fruitiers sauvages du Caucase et du Turkestan. — Leurs valeurs comme porte-greffes pour les pommiers et les poiriers. — 1. Un premier rapport sur des Cognassiers sauvages du Caucase..... 88

Généralités.

Roemer (Th.) et Rudolf (W.). — Traité d'amélioration des plantes..... 88
Cavadas (D. S.). — La flore de la Grèce. — Tome I : Ptéridophytes, Gymnospermes et Monocotylédones..... 446
Abakian. — Résultats de la fécondation des plantes agricoles..... 585
Abakian. — Transformations dirigées de la nature des plantes..... 585

PATHOLOGIE VÉGÉTALE.

Cultures industrielles..

Decoux et Roland. — Atlas des ennemis et maladies de la betterave..... 445
Roland (G.). — Quelques jaunissements des feuilles de betteraves..... 438
Bertram (L.). — La pourriture des tubercules de pomme de terre causée par l'*Alternaria*. 440
Bordukova (Mme). — Détermination de la résistance au *Phytophthora* chez la pomme de terre..... 588
Burke (O. D.). — La maladie des taches argentées de la pomme de terre..... 441
Clarke (C. F.), Stevenson (F. J.) et Schall (L. A.). — Hérédité de la résistance à la gale commune dans certains croisements et lignées de pomme de terre..... 440
Denny (F. E.). — Combinaison des traitements de désinfection des tubercules de la pomme de terre avec les traitements destinés à faire cesser l'état de repos..... 89
Gretschushnikoff (A. I.). — Le rôle de la systoamylase dans la résistance de la pomme de terre au *Phytophthora infestans* de Bary..... 589
Jarwood (C. E.). — Relations entre la lumière et le cycle diurne de sporulation de certaines Péronosporacées..... 589
Larson (R. H.), Albert (A. R.) et Walker (J. C.). — Relation entre la réaction du sol et la gale commune de la pomme de terre..... 590
Lutman (B. F.), Livingston (R. J.) et Schmidt (Alice). — Les actinomyces du sol et la gale commune de la pomme de terre..... 439
Lutman (B. F.). — Les désinfectants et les tubercules de semences coupés de pomme de terre..... 439
Mills (W. R.). — Influence de l'état de maturité des variétés de pomme de terre sur leur résistance au mildiou..... 589
Oladaker (C. E. W.). — Le mildiou de la pomme de terre en Tasmanie..... 438
Sanford (G. B.). — Études sur le *Rhizoctonia solani* Kühn. — IV. Effet de la température et de l'humidité sur la virulence..... 89
Small (T.). — Relation entre le mildiou de la pomme de terre et le mildiou de la tomate. 89
Sukhorukoff (I.), Kling (E.) et Ovocarov. — Les effets du *Phytophthora infestans* de Bary sur les diastases de la plante-hôte..... 89
Bawden et Pirie. — Cristaux liquides de virus..... 442
Clayton (E.), Gaines (H. G.), Smith (T. E.), Lunn (W. M.) et Shaw (K. J.). — Traitement de la moisissure bleue du tabac par pulvérisations..... 441
Henderson Smith (J.). — Certains progrès récents dans l'étude des virus..... 97
Holmes (F. O.). — Transmission héréditaire de la résistance au virus n° 1 chez le tabac. 91

JOHNSON (James). — Production par les micro-organismes des substances inactivant le virus n° 1 de la mosaïque ordinaire du tabac 441
KAUSCHE (G. A.). — Détermination des sols des virus des plantes par l'or colloïdal 93
MARTIN (L. F.) et Mc KINNEY (H. H.). — Le virus de la mosaïque du tabac est dans le cytoplasme. 442
NOLLA (J. A. B.). — Transmission héréditaire de la résistance à la mosaïque chez les tabacs 92
WATSON (M. A.). — Effet du jeûne sur l'aptitude de *Myzus persicae* à transmettre un virus 90

Cultures maraîchères.

HORSFALL (James G.). — Lutte contre la fonte des semis 590
STAEHELIN. — La désinfection partielle du sol et son application pratique 591
VAN HAERINGEN. — Observations pratiques sur le *Phytophthora erythroseptica* 590

Arbres fruitiers.

Résistance des poires à la tavelure 448
ATKINSON (J. D.). — Les effets du bore sur le liège des pommes 591
BROWN (J. C.) et BUTLER (K. D.). — Pourriture de l'inflorescence du palmier-dattier ... 443
FROMME (F. D.) et SCHNEUDERHAN (F. J.). — Études sur le Pourridié noir du pommier ... 93
KAY (Mac R.). — Les conidies issues des écailles de bourgeons et du bois adjacent comme source d'infections primaires de la tavelure 93
KUNKEL (L. O.). — Périodes de contact entre tissus sains et malades nécessaires à la transmission par la greffe de quelques maladies à virus du pêcher 94
LEIBE (E.). — Une maladie peu étudiée du prunier 94
MOSHKOV (B. S.). — Photopériodisme et immunité 591
WORMALD (H.). — Maladies des arbres fruitiers et du houblon 445
MITTMANN (G.). — Expériences d'inoculations sur des arbres fruitiers avec des souches d'origines variées, de *Monilia cinerea* et *Monilia fructigena* 94

Arbres forestiers et plantes d'ornement.

ASHWORTH (D.). — Une rouille sur Rhododendron, rare en Angleterre 593
DICKEY (R. D.) et REUTHER (W.). — Le sulfate de manganèse contre la chlorose de certaines plantes d'ornement 443
DORAN (W. L.). — Maladies des plantes ornementales herbacées causées par les champignons du sol, et moyens de lutte 96
DORAN (L. W.). — Influence des traitements du sol et des modifications du milieu sur la mortalité et le développement des plantules et boutures de plantes ligneuses 96
BOWSON (W. J.), MORRE (W. C.) et OGILVIE (L.). — Une maladie bactérienne du Bégonia. 592
FOWLER (E. M.). — Les chancres des rameaux des châtaigniers asiatiques dans l'Est des des États-Unis 592
HIRT (R. R.). — Rôle des stomates dans la contamination de *Pinus strobus* par *Cronartium ribicola* 96
KONING (H. C.). — Le chancre bactérien des peupliers 95
LINDEGG (G.). — Une nouvelle espèce de Coryneum sur les branches de tilleul 95

Mac Donald (J. A.) et Russell (J. R.). — *Phomopsis scobina* (Cke) v. Höhn et *Phomopsis controversa* (Sacc.). — Travaux sur le frêne 443
Servazzi (O.). — Contribution à la Pathologie des peupliers. — V. Existence de tumeurs sur peupliers blancs 96
Winfield Ray (W.). — Hivernation du *Taphrina robinsoniana* 443

Généralités.

Fisher et Yates. — Tables statistiques pour les recherches biologiques, agricoles et médicales 446
Levaditi (G.). — Nouvelles données sur la nature des ultra-virus 444
Rivera. — Le facteur chimique dans l'infection parasitaire des plantes 589
Schopfer (W. H.). — Le pyrimidine (2 méthyl, 4 amino, 5 amino-méthyl pyrimidine), facteur de croissance de micro-organismes 97

ZOOLOGIE AGRICOLE.

Cultures industrielles.

Bawden (F. C.) et Sheffield (F. M. L.). — Les inclusions intracellulaires chez quelques plantes atteintes de maladies à virus 595
Dahms (R. G.) et Fenton (F. A.). — Croisement et sélection en vue de la résistance aux insectes 597
Della Beffa (G.). — Les microlépidoptères mineurs des feuilles de peupliers 449
Davies (M. W.). — Recherches sur les Aphides parasites des cultures de pommes de terre. — VII. Relevé des Aphides hébergés sur des pommes de terre cultivées dans certaines régions d'Écosse 593
Dennis (R.W. G.). — Notes sur les réactions photopériodiques et les maladies à virus de quelques pommes de terre péruviennes 593
Dykstra (T. P.). — Étude des virus nuisibles aux variétés européennes et américaines de pommes de terre 594
Evans (A. C.). — L'utilisation de la nourriture par la larve du *Bombyx bucephale* 596
Giavarni (Dr Ida). — Notice sur les abeilles et l'apiculture abyssénne 449
Hardy (J. Eliot). — *Plutella maculipennis* Curt. Sa lutte biologique en Angleterre 595
Lepesme (P.). — *Hofmanophila pseudospretella* Stt., hôte indésirable des habitations et magasins 449
Milbrath (J. A.). — Le virus du flétrissement apical de la tomate 594
Picado (C.). — Variation des mouches du genre *Sarcophaga* issues de larves nourries sur diverses glandes endocrines 596
Quayle (H. J.). — Les insectes des citrus et autres fruits subtropicaux 450
Smith (P. F.). — Une méthode de lutte contre les acariens 597
Wiesmann (R.). — L'orientation de la mouche des cerises au moment de la ponte 595

Vertébrés utiles et nuisibles.

Dennis Chitty. — Capture et transport vivant des campagnols, *Microtus agrestis* 452
Errington (Paul L.). — Le rat musqué peut se noyer 598

Errington (Paul L.). — Dégâts causés dans les récoltes par le rat musqué en Iowa du Centre 599
Marshall (William). — La proportion des sexes chez les rats musqués de l'Utah. — Époque de la reproduction 598
Tracy I. Storer. — Le rat musqué autochtone et introduit 599
Berndt (R.). — L'étourneau a-t-il une deuxième ponte? 598
Delafosse (W.). — Les corbeaux de Lorraine 454
Ford (John), Chitty (Helen) et Middleton (A. D.). — Le régime alimentaire de la perdrix grise jeune en Grande-Bretagne 453
Frase (Richard). — Résultats des baguages d'étourneaux dans le Grenzmark 454
Middleton et Chitty (Helen). — La nourriture de la perdrix grise et de la perdrix rouge adultes en Angleterre 453
Putzig (P.). — Les déplacements du geai, à la lumière des derniers résultats acquis ... 455
Sy (M.). — Résultat de recherches sur les dangers que les arsenicaux agricoles peuvent présenter pour les petits oiseaux 98
IX^e Congrès international d'Ornithologie, Rouen, mai 1938 454
L'importance des colonies de Freux, en 1936, aux Pays-Bas 598

Généralités.

Erna Mohr. — Les rongeurs de la faune allemande 452
Chopard (L.). — La biologie des Orthoptères 451
Guillaume (Albert). — Les animaux ennemis de nos cultures 100

DÉFENSE DES CULTURES.

Céréales.

Grace (N. H.). — Effet des phytohormones sur les semences altérées par le formol ou d'autres désinfectants 455
Rothes (G.) et Hauermann (H.). — Recherches sur les possibilités de nourrir les poules, les porcs et les chevaux avec des céréales (orge et seigle) traitées au «Ceresan» 600
Turner (N.). — Traitements insecticides contre *Pyrausta nubilalis* 455

Arbres fruitiers.

Borden (A. D.). — Traitements des arbres fruitiers à feuilles caduques par les émulsions d'huile préparées mécaniquement 456
Hey (G. L.). — Deux nouvelles bouillies pour le traitement d'hiver des arbres fruitiers. 600
Keit (G. W.) et Palmiter (D. H.). — Possibilités des traitements fongicides d'extinction contre la tavelure du pommier et quelques autres maladies des plantes 456
Palmiter (D. H.) et Keit (G. W.). — La toxicité des bouillies bordelaises arsenicales envers certains champignons parasites des plantes, cultivés sur gélose au malt 457
Parker (E. R.). — Effet des applications de zinc sur le rendement en pamplemousses des arbres atteints de chlorose 457
Steiner (L. F.), Sazana (R. F.), Fakey (J. E.) et Rusk (H. W.). — L'emploi contre le carcocapse de bouillies à la nicotine et à la bentonite mélangées mécaniquement 599

Généralités.

Cashmore (A. B.) et Carn (K. G.). — Essais d'herbicides contre *Chondrilla juncea* L..... 458
Chevalier (G.) et Laffond (P.). — Contribution à l'étude des poudres roténonées..... 458
Haug (G. W.) et Peterson (A.). — Effet des insecticides sur un Coccinellide utile, *Hippodamia convergens* Guer..... 458
Roark (R. C.). — Références de revues et d'articles de vulgarisation relatifs au derris.. 599
Sievers (A. F.), Russell (G. A.), Lowmann (M. S.), Fowler (E. D.), Erlanson (E. C.) et Little (V. A.). — Étude sur l'utilisation de *Tephrosia virginiana* et d'autres Tephrosia des États-Unis pour la production d'insecticides..... 457
Singh (B. N.) et Das (K.). — Efficacité des pulvérisations d'engrais contre les mauvaises herbes dans les terres cultivées..... 458
Woke (P. A.). — Le comportement de la roténone après son ingestion par *Prodenia eridania*..... 599

Imprimerie Nationale. — J. 100017-39.

Nouvelle Série. — Tome V. — Fasc. 1. 1939.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

DIRECTION DE L'AGRICULTURE

ANNALES DES ÉPIPHYTIES ET DE PHYTOGÉNÉTIQUE

ORGANE DES STATIONS ET LABORATOIRES DE RECHERCHES

CAPED... CULTURA

PARIS

IMPRIMERIE NATIONALE

1939

ANNALES DES ÉPIPHYTIES ET DE PHYTOGÉNÉTIQUE.

DIRECTION SCIENTIFIQUE

P. MARCHAL, membre de l'Institut, directeur honoraire de la Station centrale de Zoologie agricole;
E. SCHRIBAUX, membre de l'Institut, directeur honoraire de la Station centrale de Phytogénétique;
E. FOEX, directeur de la Station centrale de Pathologie végétale.

RÉDACTION :

Secrétaire général : P. REY, inspecteur général des Stations et Laboratoires de Recherches agronomiques.

Secrétaire..... : Mlle M. GAUDINEAU, ingénieur agronome, chef de travaux au Centre national de Recherches agronomiques.

SOMMAIRE.

Pages.

Geslin (H.) — La lutte contre les gelées et les seuils de résistance des principales cultures fruitières 7

Ducomet (V.) et Foëx (Ét.). — Les attaques de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Barx pendant la période 1936-1937 17

Limasset (P.). — Recherches sur la biologie du *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary.. 21

Arnaud (G.). — La résistance des Ormes à la maladie (*Graphium ulmi*)..... 41

Trouvelot (B.), Raucourt (M.) et Bégué (H.). — Essai d'efficacité des produits antidoryphoriques..... 51

Documentation 85

Secrétariat de la Rédaction :

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES A VERSAILLES.

PUBLICATIONS EN VENTE À L'IMPRIMERIE NATIONALE,

27, rue de la Convention, à Paris (XV^e^).

Les prix ci-après s'entendent franco de port et d'emballage.

	Prix en France.		
	France et colonies.	Étranger. Tarif postal réduit.	Étranger.
1° ANNALES DES ÉPIPHYTIES ET DE PHYTOGÉNÉTIQUE :	—	—	—
Tome I (1934-1935) en un volume	100	107	115
Tomes II (1936) et III (1937) en quatre fascicules	100	107	115
Fascicule trimestriel des tomes II et III	30	32	35
Tome IV (1938). (4 fascicules)	120	130	140
Fascicule trimestriel du tome IV	36	40	42
Tome V (1939). — Abonnement annuel (4 fascicules)	140	150	160
Fascicule trimestriel du tome V	40	45	48
2° ANNALES DES ÉPIPHYTIES : 19 tomes de 1918 à 1934 inclus. Épuisés les tomes II, III, IV et VI. — Six fascicules par an formant les tomes IX à XIX ont paru de 1928 à 1934. Épuisés les fascicules 1, 4 et 6 du tome IX.			
a. Par tome annuel	80	85	90
b. Par fascicule (6 par an)	15	18	20
3° RAPPORT sur le fonctionnement de l'Institut des Recherches agronomiques :			
Par tome annuel (1924 à 1930 inclus et 1933) [1928 épuisé]	27	29	32
Par tome annuel (1931 et 1932)	53	55	58
4° RECHERCHES sur la fertilisation effectuées par les Stations agronomiques :			
Tome annuel (1934 et 1935)	27	29	32
5° MONOGRAPHIES :			
1° *La lutte contre le rat musqué*, par M. Chappellier (1933)	14	16	18
2° *Le fumier artificiel et ses applications*, par MM. Demolon, Burgevin, Marcel, Geslin et Servy (1935)	14	16	18
3° *Les maladies de la pomme de terre*, par Ducomet, Foex et Alabouvette (1935)	20	22	
4° *Essai de classification des blés tendres cultivés en France*, par P. Jonard (1936)	25	27	30
5° *La pomme de terre : caractères et description des variétés*, par R. Diehl (1938)	60	66	70
6° *Étude physico-chimique de la stabilité structurale des terres*, par S. Hénin (1938)	20	22	25

NOUVELLE SÉRIE. — TOME V. — FASC. 2. 1939.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

DIRECTION DE L'AGRICULTURE

ANNALES DES ÉPIPHYTIES ET DE PHYTOGÉNÉTIQUE

ORGANE DES STATIONS ET LABORATOIRES DE RECHERCHES

PARIS
IMPRIMERIE NATIONALE

1939

ANNALES DES ÉPIPHYTIES ET DE PHYTOGÉNÉTIQUE.

DIRECTION SCIENTIFIQUE

P. MARCHAL, membre de l'Institut, directeur honoraire de la Station centrale de Zoologie agricole;
E. SCHRIBAUX, membre de l'Institut, directeur honoraire de la Station centrale de Phytogénétique;
E. FOEX, directeur de la Station centrale de Pathologie végétale.

RÉDACTION :

Secrétaire général : P. REY, inspecteur général des Stations et Laboratoires de Recherches agronomiques.

Secrétaire..... : Mlle M. GAUDINEAU, ingénieur agronome, chef de travaux au Centre national de Recherches agronomiques.

SOMMAIRE.

Pages.

Paillot (A.). — Le Carpocapse *Laspeyresia pomonella* L. dans les principales régions fruitières de France. — Introduction..... 105

Régnier (R.). — Le Carpocapse en Normandie..... 109

Balachowsky (A.) et Viennot-Bourgin (G.). — Cinq années de recherches sur le Carpocapse (*Laspeyresia pomonella* L.) en France..... 123

Vincent, Boischot et Herviaux. — Le Carpocapse dans le Finistère de 1936 à 1938.... 169

Selariès (P.). — Le Carpocapse en Alsace..... 173

Moreau (L.) et Vinet (E.). — Le Carpocapse dans la vallée de la Loire..... 177

Soulié (H.). — Le Carpocapse dans la région du Centre de 1936 à 1938..... 183

Paillot (A.). — Le Carpocapse dans la région Lyonnaise et les régions limitrophes.... 199

Feytaud (J.). — Note sur le ver des pommes et des poires dans le Sud-Ouest..... 213

Joyssel (P.-H.) — Le Carpocapse dans la région d'Avignon de 1933 à 1937..... 219

Paillot (A.). — Conclusions générales sur la biologie du Carpocapse en France et sur les traitements insecticides et fongicides des pommiers et des poiriers..... 249

Secrétariat de la Rédaction :

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES A VERSAILLES.

PUBLICATIONS EN VENTE À L'IMPRIMERIE NATIONALE,

27, rue de la Convention, à Paris (XV^e^).

Les prix ci-après s'entendant franco de port et d'emballage.

	PRIX EN FRANCS.		
	France et colonies.	Étranger. Tarif postal réduit.	Étranger.
ANNALES DES ÉPIPHYTIES ET DE PHYTOGÉNÉTIQUE :	—	—	—
Tome I (1934-1935) en un volume	100	107	115
Tome II (1936) et III (1937) en quatre fascicules	100	107	115
Fascicule trimestriel des tomes II et III	30	32	35
Tome IV (1938). [4 fascicules]	120	130	140
Fascicule trimestriel du tome IV	30	40	42
Tome V (1939). — Abonnement annuel (4 fascicules)	140	150	160
Fascicule trimestriel du tome V	40	45	48
ANNALES DES ÉPIPHYTIES : 19 tomes de 1913 à 1933 inclus. Épuisés les tomes II, III, IV et VI. — Six fascicules par an formant les tomes IX à XIX ont paru de 1923 à 1934. Épuisés les fascicules 1, 4 et 6 du tome IX.			
a. Par tome annuel	80	85	90
b. Par fascicule (6 par an)	15	18	20
ANNALES DE TECHNOLOGIE :			
Tome I (1938)	50	53	57
Tome II (1939)	60	63	67
RAPPORT sur le fonctionnement de l'Institut des Recherches agronomiques :			
Par tome annuel (1924 à 1930 inclus et 1933) (1928 épuisé)	27	29	32
Par tome annuel (1931 et 1932)	53	55	58
RECHERCHES sur la fortilisation effectuées par les Stations agronomiques :			
Tome annuel (1936 et 1937)	27	29	32
MONOGRAPHIES :			
1° *La lutte contre le rat musqué*, par M. Chappellier (1933)	14	16	18
2° *Le fumier artificiel et ses applications*, par MM. Demolon, Burgevin, Marcel, Geslin et Servy (1935)		Épuisé.	
3° *Les maladies de la pomme de terre*, par Duconet, Foex et Alabouvette (1935)	20	22	25
4° *Essai de classification des blés tendres cultivés en France*, par P. Jonard (1936)	25	27	30
5° *La pomme de terre : caractères et description des variétés*, par R. Dieul (1938)	60	66	70
6° *Étude physico-chimique de la stabilité structurale des terres*, par S. Hénin (1938)	20	22	25

Nouvelle Série. — Tome V. — Fasc. 3. 1939.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

DIRECTION DE L'AGRICULTURE

ANNALES DES ÉPIPHYTIES ET DE PHYTOGÉNÉTIQUE

ORGANE DES STATIONS ET LABORATOIRES DE RECHERCHES

PARIS
IMPRIMERIE NATIONALE

1939

ANNALES DES ÉPIPHYTIES ET DE PHYTOGÉNÉTIQUE.

DIRECTION SCIENTIFIQUE

P. MARCHAL, membre de l'Institut, directeur honoraire de la Station centrale de Zoologie agricole;
E. SCHRIBAUX, membre de l'Institut, directeur honoraire de la Station centrale de Phytogénétique;
E. FOEX, directeur de la Station centrale de Pathologie végétale.

RÉDACTION :

Secrétaire général : P. REY, inspecteur général des Stations et Laboratoires de Recherches agronomiques.

Secrétaire..... : Mlle M. GAUDINEAU, ingénieur agronome, chef de travaux au Centre national de Recherches agronomiques.

SOMMAIRE.

Pages.

Régnier (R.). — Contribution à l'étude des Hannetons. — Un grand ennemi des gazons : *Aphimallon majalis* R. 257

Bonnemaison (L.). — La maladie bronzée de la Tomate 267

Suire (J.). — Contribution à l'étude de quelques coléophores parasites des arbres fruitiers 309

Paillot (A.). — Contribution à l'étude cytologique et histo-physiologique du Bombyx du mûrier pendant la mue 339

Chaboussou (F.). — Contribution à l'étude biologique de *Lebia grandis* Hents., prédateur américain du doryphore 387

Documentation 435

Secrétariat de la Rédaction :

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES A VERSAILLES.

PUBLICATIONS EN VENTE À L'IMPRIMERIE NATIONALE,

27, rue de la Convention, à Paris (XV^e^).

Les prix ci-après s'entendent franco de port et d'emballage.

	PRIX EN FRANCS.		
	France et colonies.	Étranger. Tarif postal réduit.	Étranger.
ANNALES DES ÉPIPHYTIES ET DE PHYTOGÉNÉTIQUE :	—	—	—
Tome I (1934-1935) en un volume	100	107	115
Tomes II (1936) et III (1937) en quatre fascicules	100	107	115
Fascicule trimestriel des tomes II et III	30	32	35
Tome IV (1938). [4 fascicules]	120	130	140
Fascicule trimestriel du tome IV	36	40	42
Tome V (1939). — Abonnement annuel (4 fascicules)	140	150	160
Fascicule trimestriel du tome V	40	45	48
ANNALES DES ÉPIPHYTIES : 19 tomes de 1913 à 1934 inclus. Épuisés les tomes II, III, IV et VI. — Six fascicules par an formant les tomes IX à XIX ont paru de 1923 à 1934. Épuisés les fascicules 1, 4 et 6 du tome IX.			
a. Par tome annuel	80	85	90
b. Par fascicule (6 par an)	15	18	20
ANNALES DE TECHNOLOGIE :			
Tome I (1938)	50	53	57
Tome II (1939)	60	63	67
RAPPORT sur le fonctionnement de l'Institut des Recherches agronomiques :			
Par tome annuel (1924 à 1930 inclus et 1933) [1928 épuisé]	27	29	32
Par tome annuel (1931 et 1932)	53	55	58
RECHERCHES sur la fertilisation effectuées par les Stations agronomiques :			
Tome annuel (1936 et 1937)	27	29	32
MONOGRAPHIES :			
1° *La lutte contre le rat musqué*, par M. Chappellier (1933)	14	16	18
2° *Le fumier artificiel et ses applications*, par MM. Demolon, Bungevin, Marcel, Geslin et Servy (1935)		Épuisé.	
3° *Les maladies de la pomme de terre*, par Ducomet, Foex et Alabouvette (1935)	20	22	25
4° *Essai de classification des blés tendres cultivés en France*, par P. Jonard (1936)	25	27	30
5° *La pomme de terre : caractères et description des variétés*, par R. Dirbl (1938)	60	66	70
6° *Étude physico-chimique de la stabilité structurale des terres*, par S. Hénin (1938)	20	22	25
7° *Étude sur les Tachinaires*, par L. Mesnil (1939)	15	18	20
8° *L'Institut de Recherches Phytopathologiques de Svalof*, par B. Mayer (1939)	20	23	25

Nouvelle Série. — Tome V. — Fasc. 4. 1939.

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

DIRECTION DE L'AGRICULTURE

ANNALES DES ÉPIPHYTIES ET DE PHYTOGÉNÉTIQUE

ORGANE DES STATIONS ET LABORATOIRES DE RECHERCHES

PARIS

IMPRIMERIE NATIONALE

1939

ANNALES DES ÉPIPHYTIES ET DE PHYTOGÉNÉTIQUE.

DIRECTION SCIENTIFIQUE

P. MARCHAL, membre de l'Institut, directeur honoraire de la Station centrale de Zoologie agricole;
E. SCHRIBAUX, membre de l'Institut, directeur honoraire de la Station centrale de Phytogénétique;
E. FOEX, directeur de la Station centrale de Pathologie végétale.

RÉDACTION :

Secrétaire général : P. REY, inspecteur général des Stations et Laboratoires de Recherches agronomiques.

Secrétaire..... : Mlle M. GAUDINEAU, ingénieur agronome, chef de travaux au Centre national de Recherches agronomiques.

SOMMAIRE.

Pages.

BRANAS (J.), BERNON (G.) et LEVADOUX (L.). — Les porte-greffes en viticulture..... 461

FRANÇOIS (L.). — Semences et premières phases du développement des plantes se rencontrant à peu près partout dans les céréales..... 537

BERGAL (P.). — Contribution à l'étude des lodicules (ou glumellules) de l'orge (*H. Sativum* Jess.)..... 555

PERCHER (G.). — Essais sur quelques mouillants agricoles..... 565

SILORET (G.). — Observations sur les manifestations extérieures du Coryneum du pêcher. 577

DOCUMENTATION..... 585

TABLES DES MATIÈRES..... 601

Secrétariat de la Rédaction :
CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES A VERSAILLES.

PUBLICATIONS EN VENTE À L'IMPRIMERIE NATIONALE,

27, rue de la Convention, à Paris (XV^e^).

Les prix ci-après s'entendent franco de port et d'emballage.

	PRIX EN FRANCS.		
	France et colonies.	Étranger. Tarif postal réduit.	Étranger.
ANNALES DES ÉPIPHYTIES ET DE PHYTOGÉNÉTIQUE :	—	—	—
Tome I (1934-1935) en un volume	100	107	115
Tomes II (1936) et III (1937) en quatre fascicules	100	107	115
Fascicule trimestriel des tomes II et III	30	32	35
Tome IV (1938). [4 fascicules]	120	130	140
Fascicule trimestriel du tome IV	36	40	42
Tome V (1939). — Abonnement annuel (4 fascicules)	140	150	160
Fascicule trimestriel du tome V	40	45	48
ANNALES DES ÉPIPHYTIES : 19 tomes de 1915 à 1934 inclus. Épuisés les tomes II, III, IV et VI. — Six fascicules par an formant les tomes IX à XIX ont paru de 1923 à 1934. Épuisés les fascicules 1, 4 et 6 du tome IX.			
a. Par tome annuel	80	85	90
b. Par fascicule (6 par an)	15	18	20
ANNALES DE TECHNOLOGIE AGRICOLE :			
Tome I (1938)	50	53	57
Tome II (1939)	60	63	67
RAPPORT sur le fonctionnement de l'Institut des Recherches agronomiques :			
Par tome annuel (1924 à 1930 inclus et 1933) [1928 épuisé]	27	29	32
Par tome annuel (1931 et 1932)	53	55	58
RECHERCHES sur la fertilisation effectuées par les Stations agronomiques :			
Tome annuel (1936 et 1937)	27	29	32
MONOGRAPHIES :			
1° *La lutte contre le rat musqué*, par M. Chappellier (1933)	14	16	18
2° *Le fumier artificiel et ses applications*, par MM. Demolon, Burgevin, Marcel, Geslin et Servy (1935)		Épuisé.	
3° *Les maladies de la pomme de terre*, par Ducomet, Foex et Alabouvette (1935)	20	22	25
4° *Essai de classification des blés tendres cultivés en France*, par P. Jonard (1936)	25	27	30
5° *La pomme de terre : caractères et description des variétés*, par R. Diehl (1938)	60	66	70
6° *Étude physico-chimique de la stabilité structurale des terres*, par S. Hénin (1938)	20	22	25
7° *Étude sur les Tachinaires*, par L. Mesnil (1939)	15	18	20
8° *L'Institut de Recherches Phytogénétiques de Svalof*, par R. Mayer (1939)	20	23	25